

# ガラスレスディスプレイのための 画像生成法

九州工業大学

大学院工学研究院電気電子工学研究院

准教授 河野 英昭

2021年12月9日

# 老眼等の屈折異常

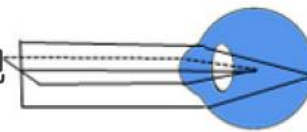


正視

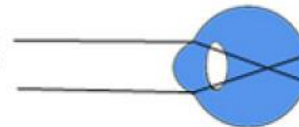


屈折異常

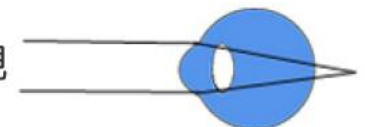
乱視



近視



遠視



# グラスレスディスプレイ構想

焦点ずれによる  
見えづらさを解消

オリジナル画像 高齢者向け画像



焦点ずれのない知覚



焦点のずれた知覚

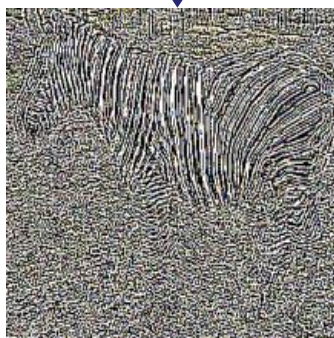
# 本技術が可能にすること

屈折異常者が裸眼でも見やすい画像を生成する



原画像

画像を加工



補正画像



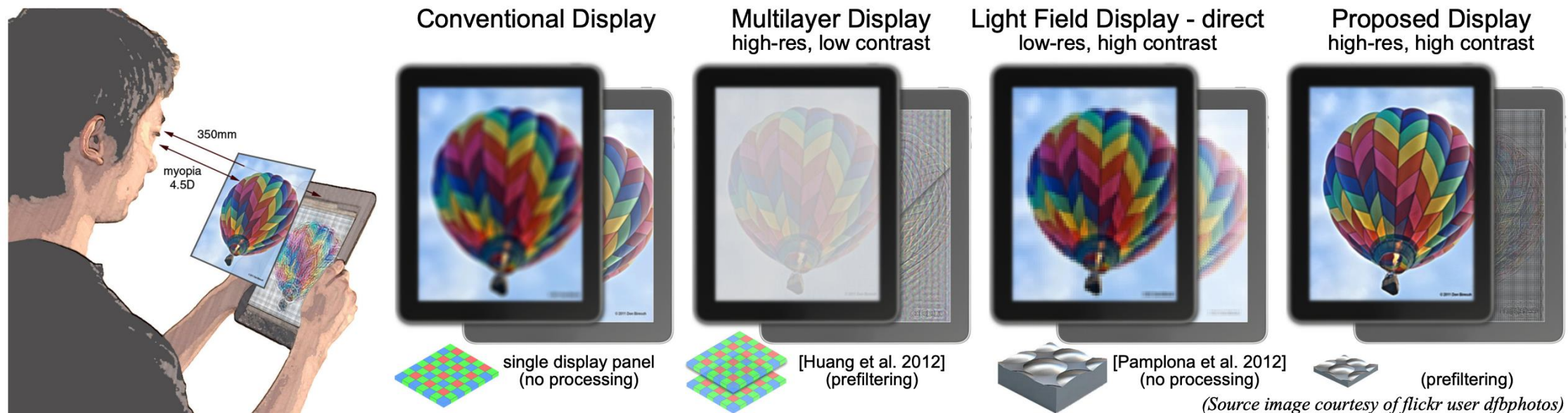
見難い画像



見やすい画像

# 従来技術①

特殊レンズ装着 + 提示画像変換



文献[1]より引用

弱点：光量低下

汎用ディスプレイでの使用が困難

[1] Fu-Chung Huang, et al., "Eyeglasses-free Display: Towards Correcting Visual Aberrations with Computational Light Field Displays", ACM Transactions on Graphics, 33(4), 2014

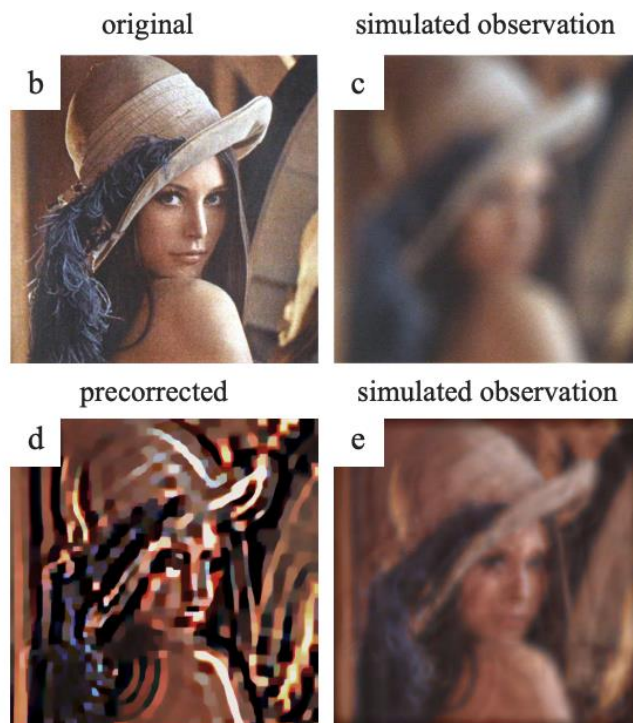
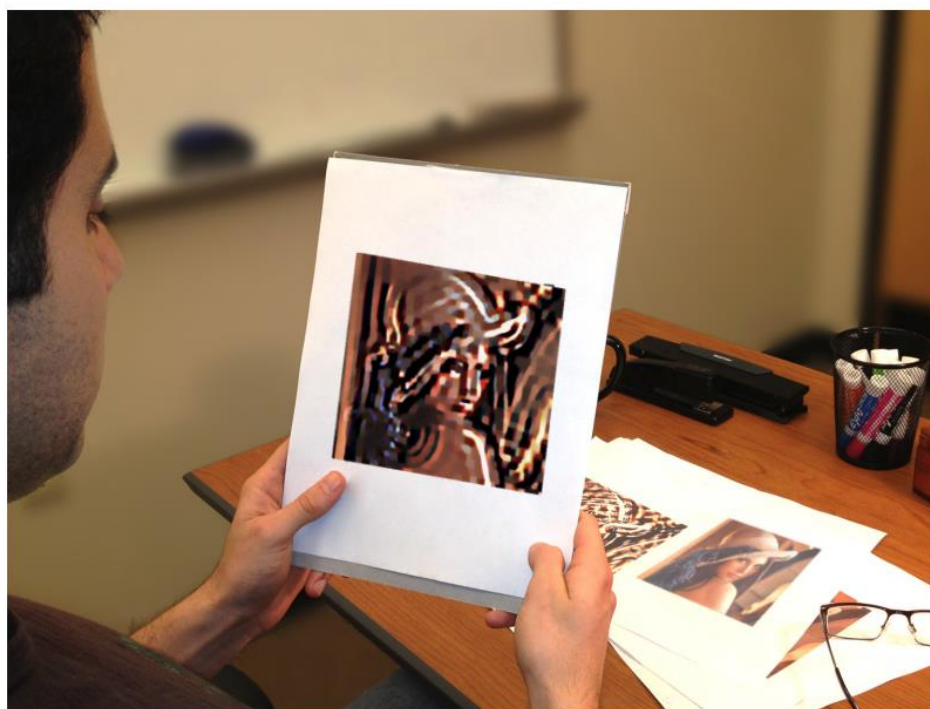


# 従来技術②

提示画像変換

$$p = \arg \min (\|k * p - t\|_{L2} + \theta \|\nabla p\|_{L1})$$

画像 1 枚ごとに最適化計算

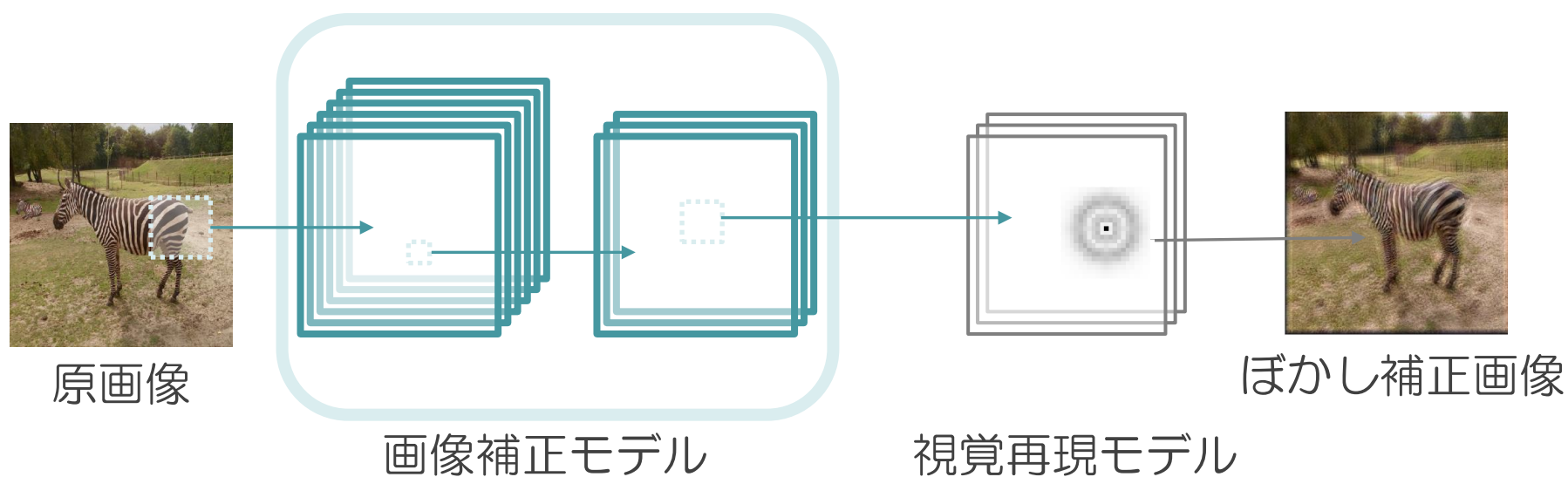


文献[2] より引用

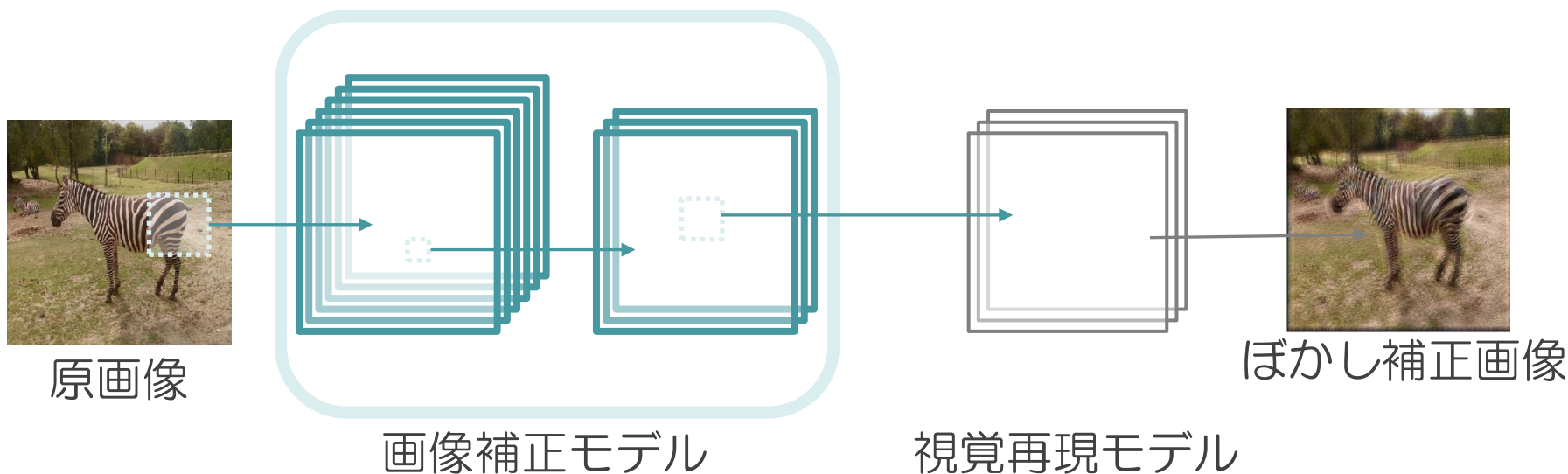
弱点：変換が遅い（画像 1 枚あたり 30 秒～60 秒）

[2] C. Montalto, et al., "A Total Variation Approach for Customizing Imagery to Improve Visual Acuity", ACM, 35(3), 2015

# 提案技術の基本構成



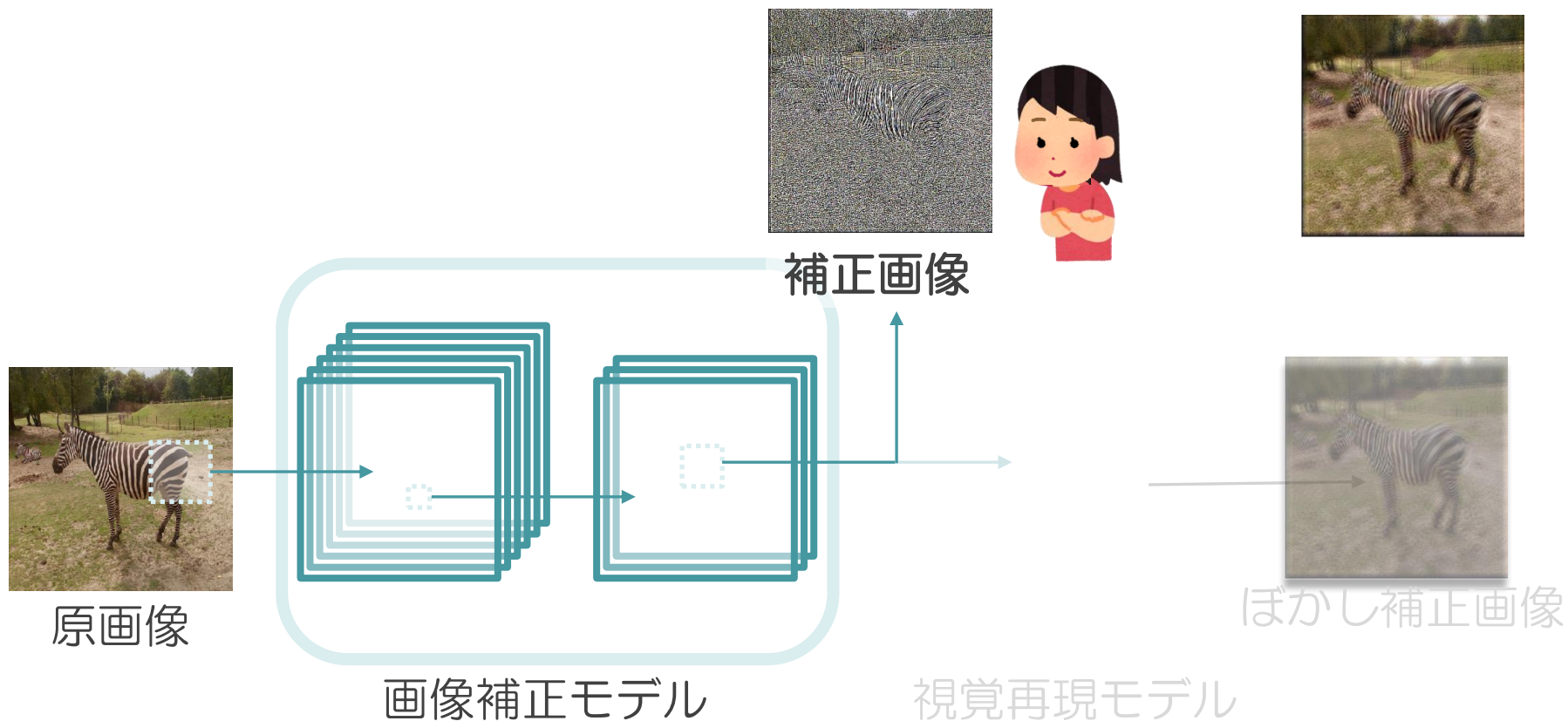
# 提案技術(学習モード)



原画像 (=教師データ) とぼかし補正画像  
の誤差が小さくなるように学習



# 提案技術（実行モード）



学習後のモデルからは，屈折異常者でも見やすい補正画像が生成できる。

# 検証データ

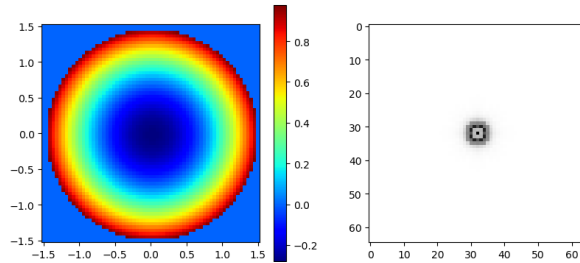


学習用：400枚

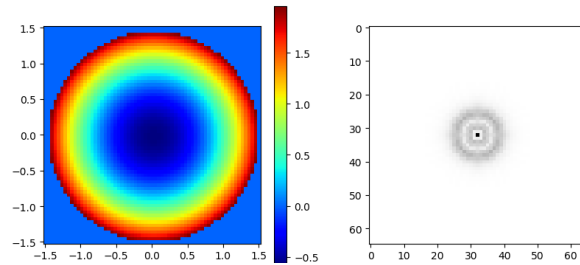
検証用：100枚

# 検証で想定した屈折異常

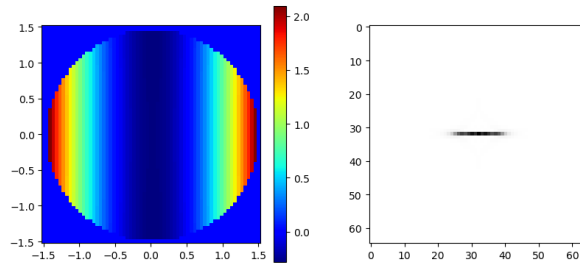
視覚再現パラメータ



S -0.5D  
近視



S -1.0D  
近視



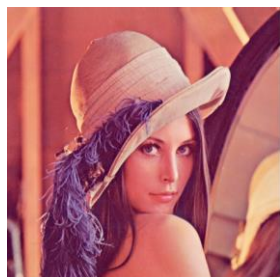
S +1.0D  
C -1.0D, Axis = 90°  
遠視+乱視

波面収差

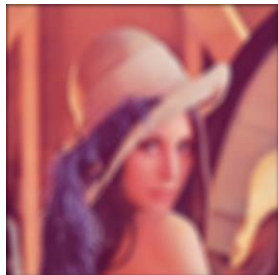


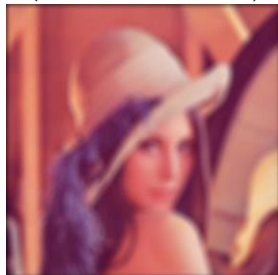
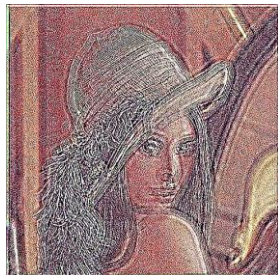

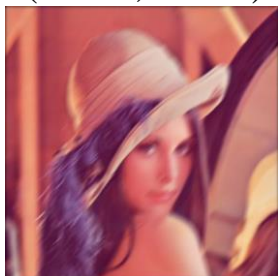
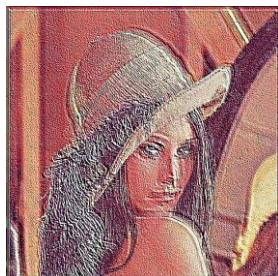

PSF



# 自然画像での検証結果



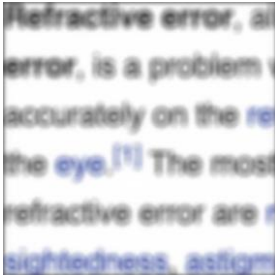
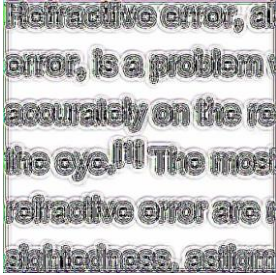
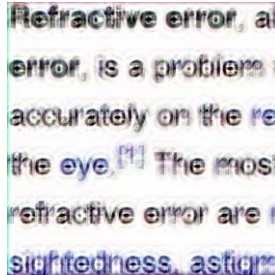
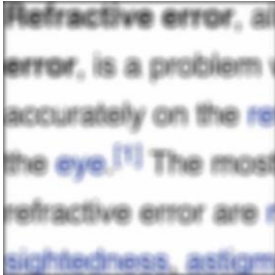
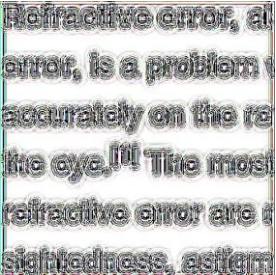
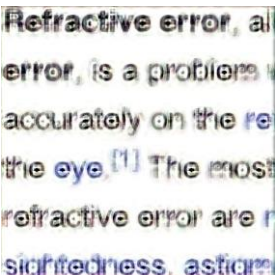
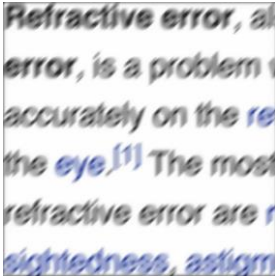
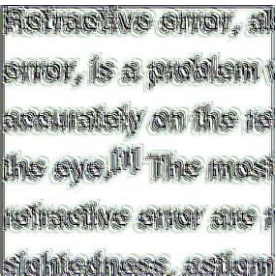
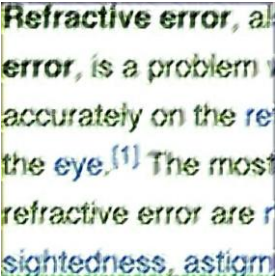
元画像

	ぼかし元画像	補正画像	ぼかし補正画像
S=-1.0	 (0.608, 21.73)		 (0.798, 23.38)
S=1.0	 (0.614, 21.95)		 (0.806, 24.96)
S=1.0 C=-1.0 A=45	 (0.662, 23.06)		 (0.835, 25.32)

# 文字画像での検証結果

Refractive error, al  
error, is a problem v  
accurately on the re  
the eye.<sup>[1]</sup> The most  
refractive error are r  
sightedness, astigm

元画像

	ぼかし元画像	補正画像	ぼかし補正画像
S=-1.0	 (0.544, 11.87)	 (0.544, 11.92)	 (0.758, 14.60)
S=1.0	 (0.544, 11.92)	 (0.544, 11.92)	 (0.799, 15.33)
S=1.0 C=-1.0 A=45	 (0.627, 13.16)	 (0.627, 13.16)	 (0.816, 16.08)



# 数値評価指標

**SSIM** : 構造類似性 (Structural Similarity) [1]  
原画像と生成画像の類似性を示す。  
値が高いほど原画像に近い。

$$SSIM = \frac{(2\mu_x\mu_y)(\sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_2)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)}$$

$\mu_x, \mu_y$ : 平均,  $\sigma_x, \sigma_y$ : 標準偏差,  $\sigma_{xy}$ : 共分散

**PSNR** : ピーク信号雑音比 (Peak Signal to Noise Ratio)  
原画像に対してどの程度ノイズが混入したかを示す。  
値が高いほど劣化が小さい。

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{MAX^2}{MSE}$$

$MSE$ : 平均二乗誤差

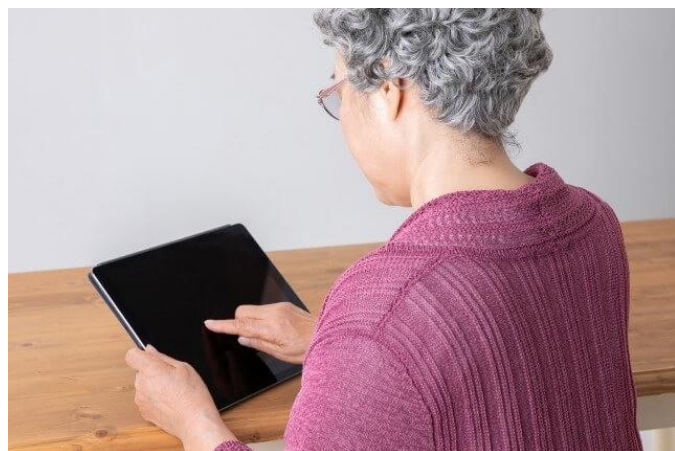
[3] Zhou Wang, A.C. Bovik, H.R. Sheikh, "Image quality assessment: from error visibility to structural similarity", *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol 13, Issue 4, 2004

# 数値評価結果

屈折異常		SSIM	PSNR	処理時間 [s]
S -1D	ぼかし元画像	0.691	22.199	0.07
	ぼかし補正画像	0.864	24.035	
S 1D	ぼかし元画像	0.694	22.315	0.06
	ぼかし補正画像	0.872	25.337	
S 1D C -1D Axis 45°	ぼかし元画像	0.721	23.393	0.06
	ぼかし補正画像	0.875	25.169	

# 想定される用途

✓ ディスプレイへの適用

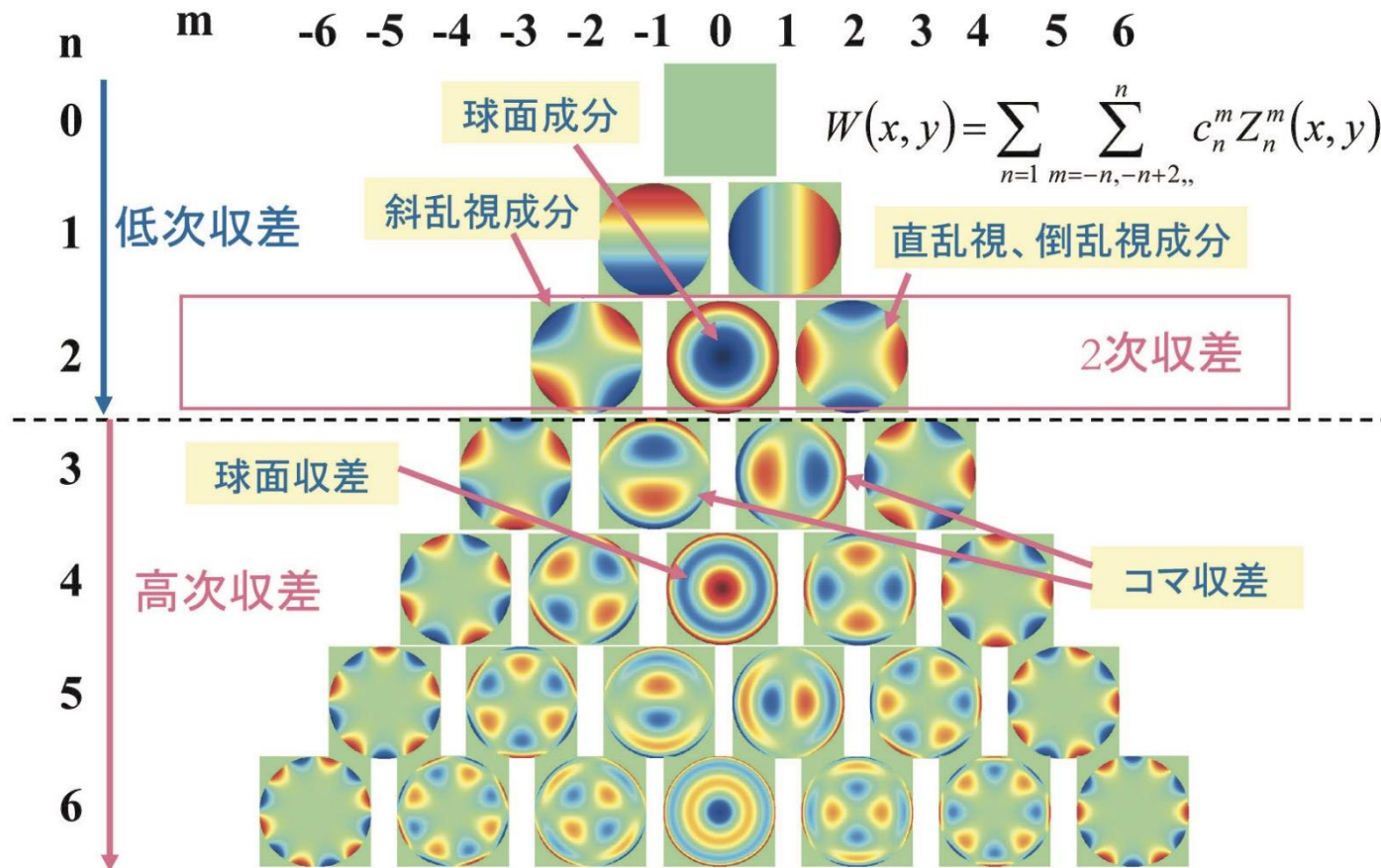


✓ 印刷物への適用



# 実用化に向けた課題

✓ さまざまな屈折異常パターンでの効果検証



# 企業への期待

- ✓ ディスプレイ業界や印刷業界との共同研究
  - ✓ 効果検証のための被験者実験
  - ✓ 表示媒体を想定した提案技術の適応化



# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 画像生成方法およびその画像生成方法により生成された学習済みニューラルネットワークモデル、ならびに画像生成装置、画像生成システム、画像生成プログラム
- 出願番号 : 特願2021-014469
- 出願人 : 九州工業大学
- 発明者 : 河野英昭、大月匠

# お問い合わせ先

国立大学法人九州工業大学  
オープンイノベーション推進機構 産学官連携本部  
知的財産部門 マネージャー  
柳楽 隆昌(ナギラ タカマサ)

TEL:093-884-3499

FAX:093-884-3531

e-mail:[chizai@jimu.kyutech.ac.jp](mailto:chizai@jimu.kyutech.ac.jp)