

ベントン先生との出会いと動画ホログラフィ

[液晶表示素子から液晶光学素子へ]

シチズンホールディングス（株） 開発部

橋本 信幸

hashimoto@citizen.co.jp

CITIZEN
Citizen HumanTech

液晶TVの開発と動画ホログラフィへの発展

CITIZEN
CITIZEN HumanTech



LCTV (1984 in market)

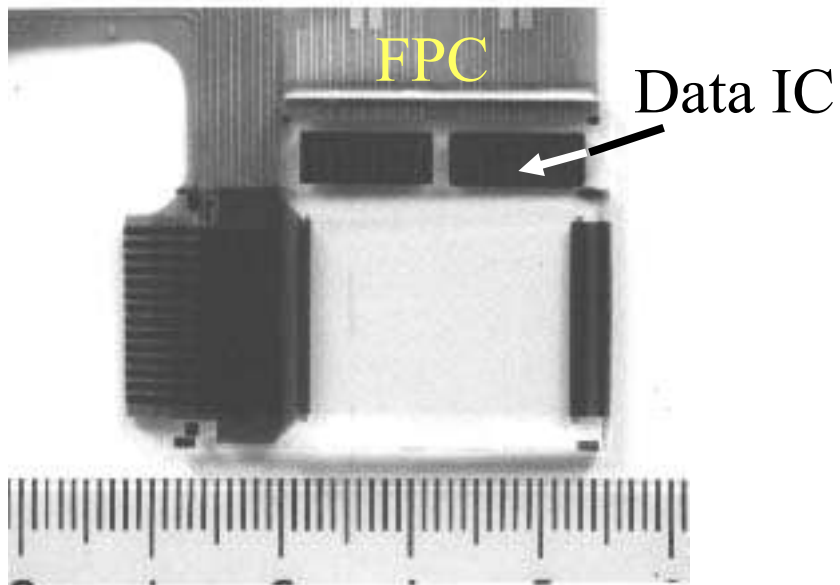
146 × 122 (370 × 340 μm)



Reconstruction of CGH using LCTV

F. Mok., et al Opt. Lett (86)

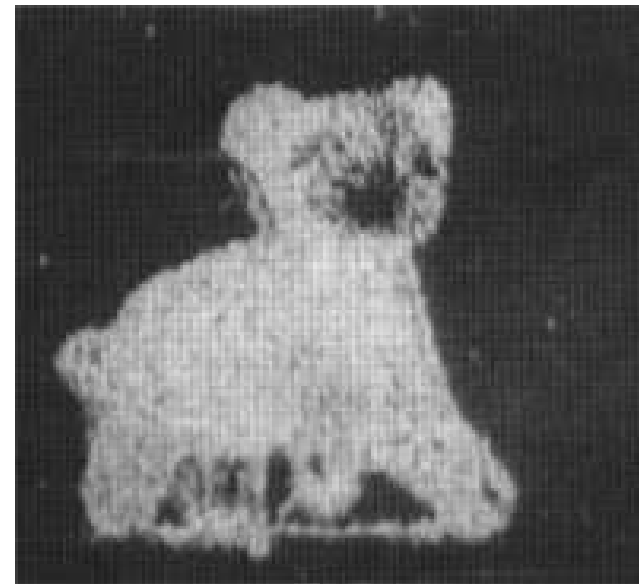
左は入社して最初に関わった液晶TVで1984年に米国で発売。
それを分解してインコヒーレント・コヒーレント変換の画像入力素子や
CGHの表示素子としての論文が報告された。
右はカリフォルニア工科大のグループにより報告されたCGHによる
円環(平面画像)の再生像。



10 mm

LCTV-SLM (Transparent)

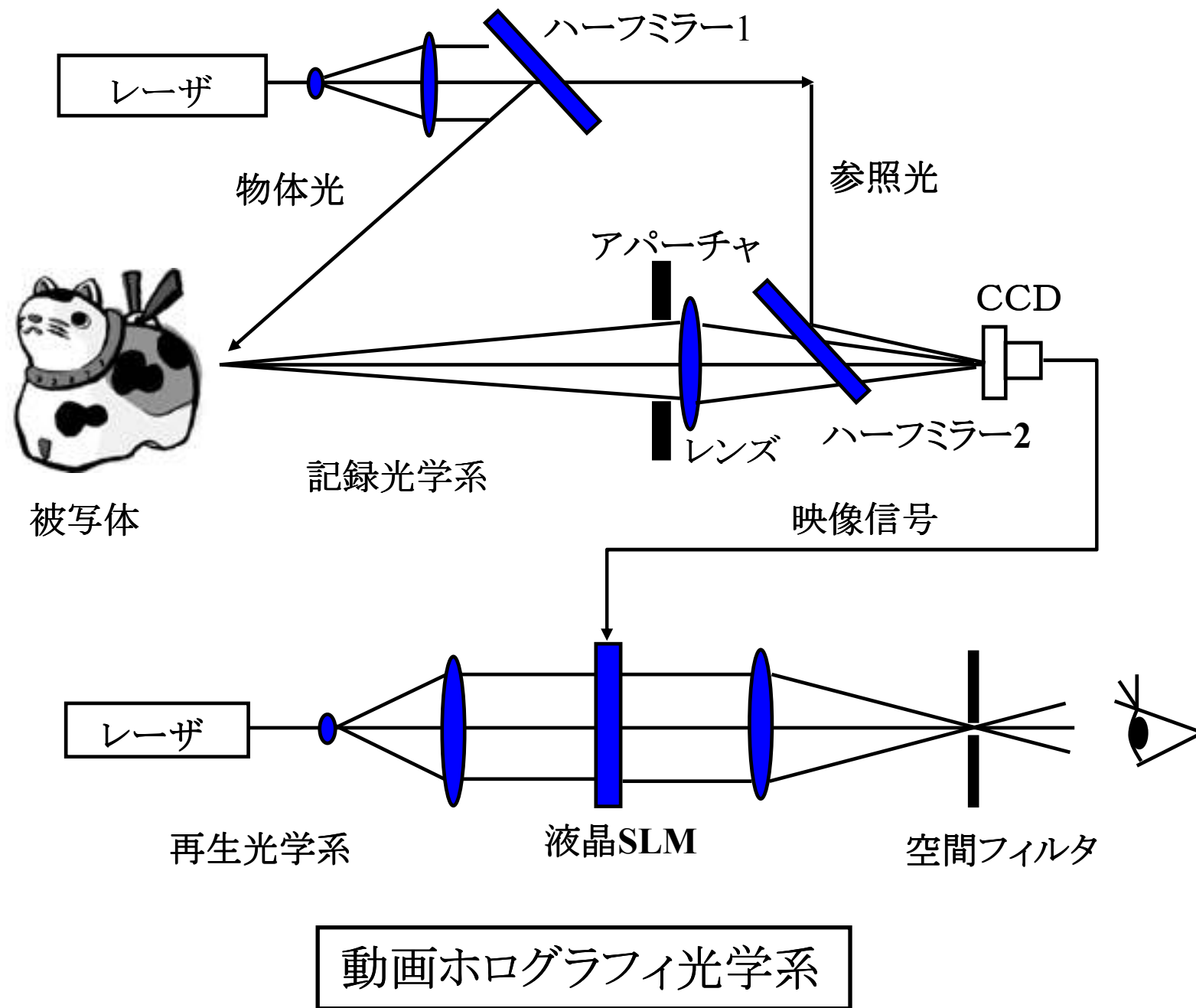
640 × 240 (30 × 60 μm)

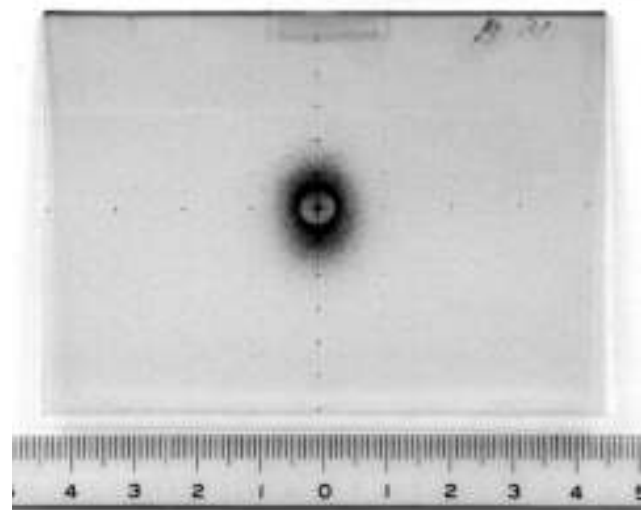
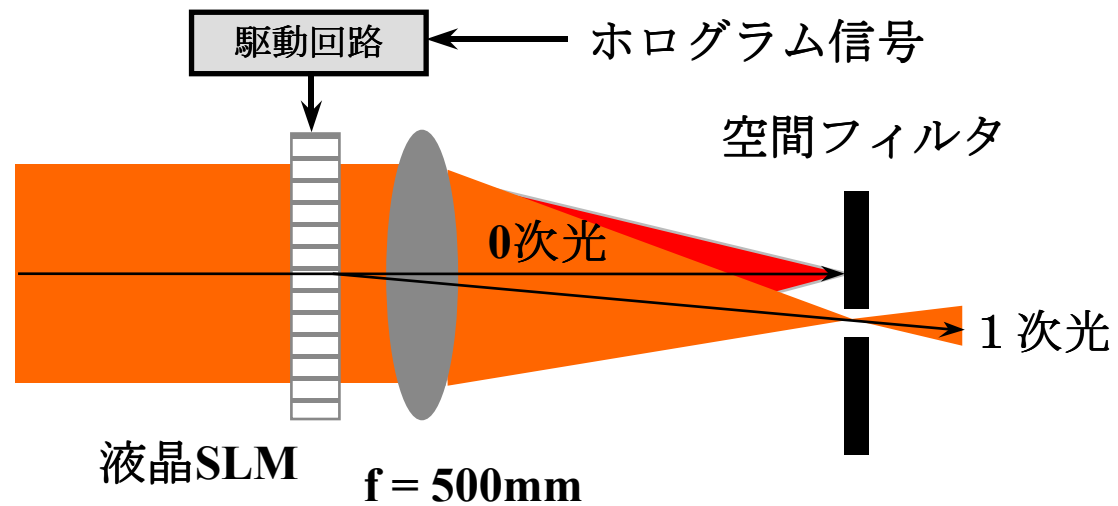


Holographic 3D image

Hashimoto et. al SPIE 91

我々は独自に高精細な液晶空間光変調素子を開発し、3D物体の動画ホログラフィ(ホログラフィTV)のデモを行った。



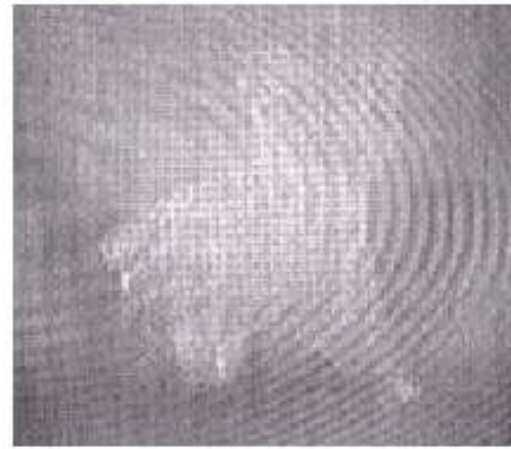


空間フィルタ
(液晶素子のスペクトル)

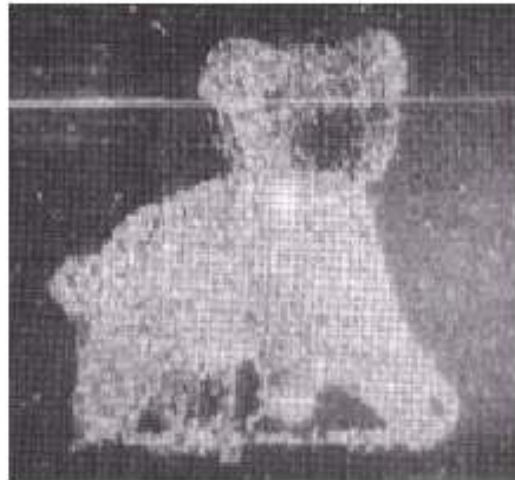
再生光学系と空間フィルタリング



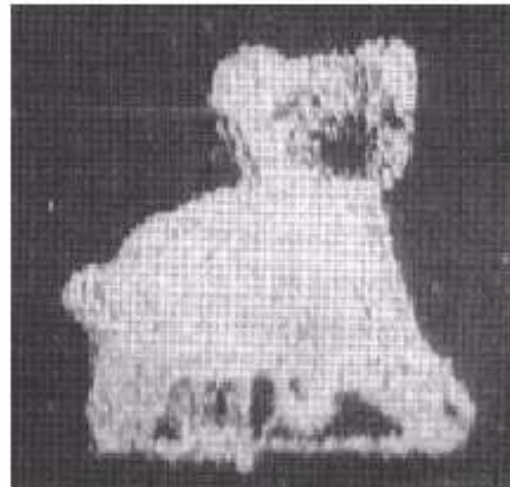
(a) 物体



(b) 干渉縞



(c) 位相型再生

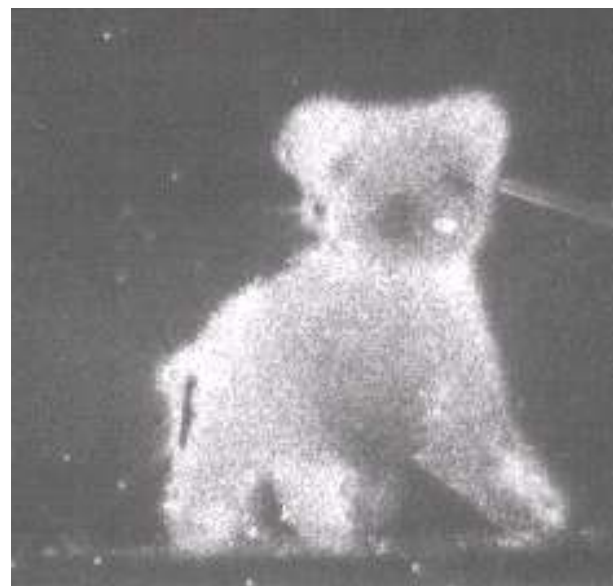


(d) 振幅型再生

高精細アクティブマトリクス液晶によるホログラムの再生



液晶ホログラム



光学ホログラム

ホログラムのスペクトル設計値

搬送空間周波数	8×4 lp/mm
帯域幅(片側)	13 lp/mm
最大空間周波数	21×12 lp/mm
表示可能周波数	17×8 lp/mm

同一のスペクトルを持った液晶と写真乾板によるホログラムの比較

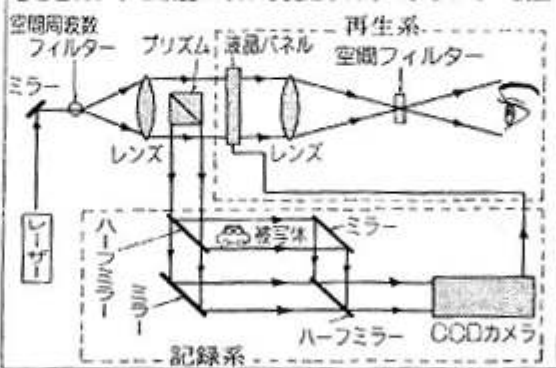


シチズン時計技術研究所の橋本信幸研究員のグループは、物体にレーザー光を当て、反射した光と元の光が干渉してできた干渉縞をビデオカメラなどに使われている固体撮像素子のCCDカメラで記録。その画像を高密度で微細画素の液晶パネルに伝送、再生した。干渉縞が再生された

ホログラフィーは光の干渉を利用して、立体像を記録、再生する方法。物体にレーザー光を当て、反射してきた光と、元の光を干渉させ、できた干渉縞をホログラムとして記録。これに再びレーザー光を当てると立体像が再現する。ホログラフィーはすでに立体像再生の技術として広く利用されている。しかし、基本的には写真技術のため、動く実画像を連続的に記録、再生するのに必要な即時性がなかった。

記録——CCDカメラ
再生——高密度の液晶板

CCDカメラと液晶パネルを使用したホログラフィー装置



即時に立体像を再生

ホログラフィーに新技術

高密度の液晶表示板を使い、ホログラフィーによる物体の立体像をほぼ撮像と同時に再生することにシチズン時計のグループが成功、このほど米国サンノゼで開かれた国際光工学学会で発表した。将来的には立体メガネなどを用いない立体テレビの開発にも道を開く技術として注目を集めている。

シチズン開発

透明な液晶ホログラムに、再びレーザー光を当てると、ホログラフィー像が再現できる仕組みだ。この方式でできるホログラフィー像は、液晶の応答時間の0.006秒だけ実画像に遅れるが、ほぼ即時の再生が可能だ。グループが使った液晶表示パネルは、同社が独自に開発した世界最高クラスの微細なもの。縦十四ミ、横十九ミのパネルに、約十五万画素(ピクセル)が詰まっている。一つの画素は縦が一千分の三十ミ、横が一千分の六十ミの大きさ。

しかし、これでも精密なホログラフィー像を再生するには画素が粗すぎ、表示されるホログラフィー像はかなり粗い画像になってし



実験室でできた犬の形をした物体のホログラフィー像(シチズン時計提供)

まろ。このため、研究グループでは液晶の画素を現在の技術の限界とみられる縦横一千分の一・五ミ程度にまで小さくし、現在の約一千倍もの密度の超微細画素の液晶パネル作りに挑戦することになっている。こうした超微細画素の液晶パネルが開発できれば、現在、クレジットカードなどに使われている程度のリアルなホログラフィー像をほぼリアルタイムに再生できるようになる。橋本さんは「この技術が確立すれば、立体映像を電

朝日新聞91年6月に紹介された記事

思い出の写真

CITIZEN
CITIZEN Horology



1992年7月4日 京都映画村にて

レノコンナム、ホログラフィックディスプレイ研究会、3Dフォーラム



1992年の動画ホログラフィ研究会



1993年 シチズン時計技術研究所(当時)での講演



1996年 ナードクラブ(所沢航空記念公園)

液晶表示素子から液晶光学素子へ
光ピックアップ、レーザプリンタへの応用

CITIZEN
CITIZEN Human Tech

液晶**表示**素子

(1960年代に時計用表示として開発開始)

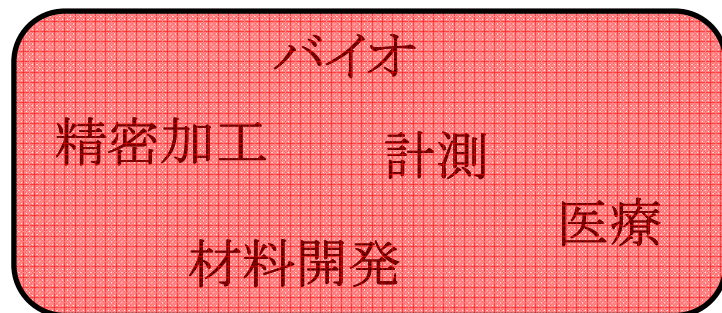
既存設備・技術の受け継ぎ
+コア技術(波面制御)の付加・蓄積

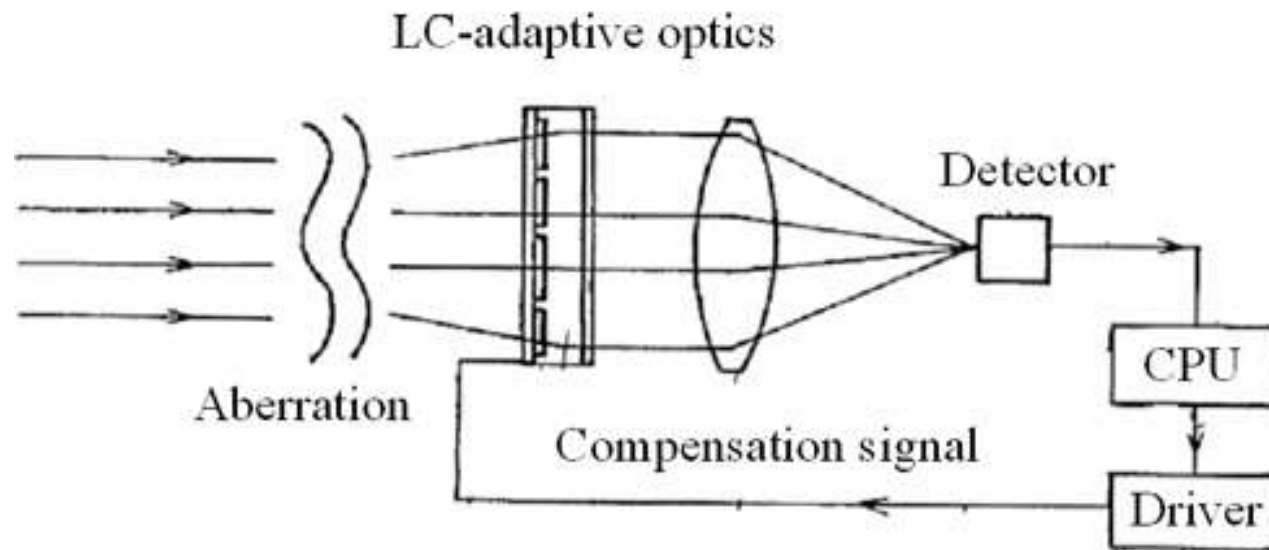


液晶**光学**素子

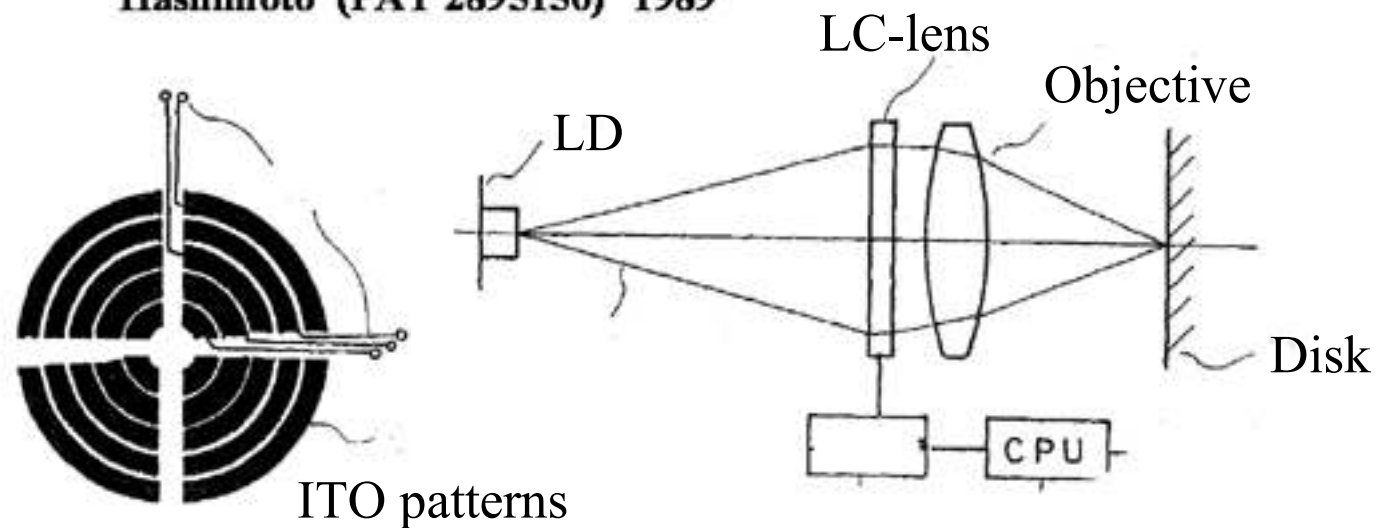
(1990年代に光情報処理用素子として開発開始)

光ピックアップ レーザプリンタ用
光学素子として2000年から実用化



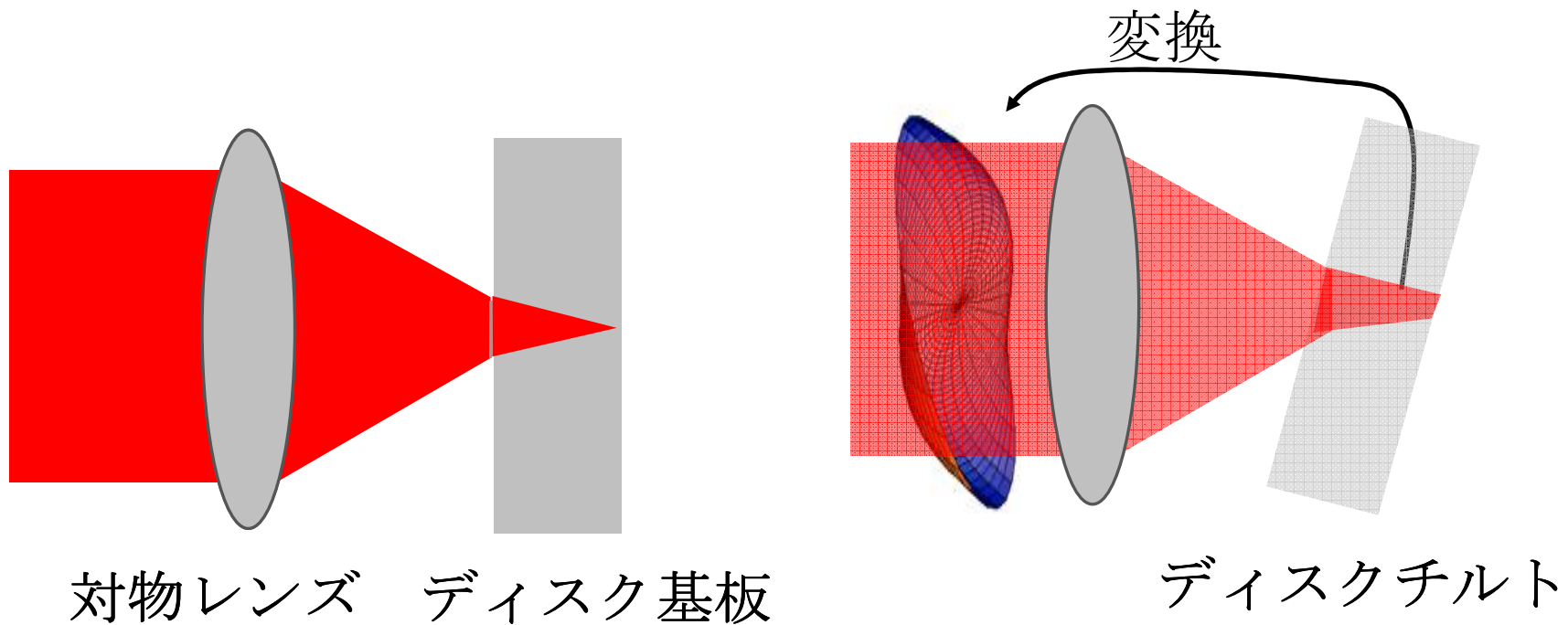


Hashimoto (PAT 2895150) 1989



Hashimoto (PAT2651148) 1987

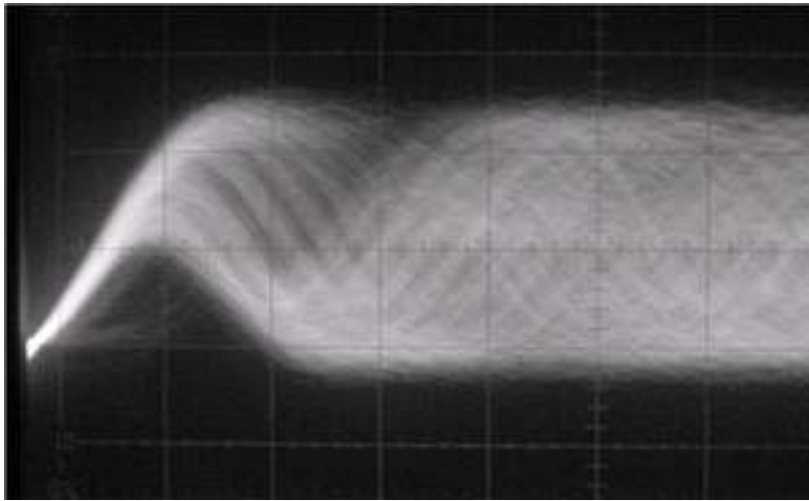
液晶素子の補償光学、光ピックアップへの適用特許



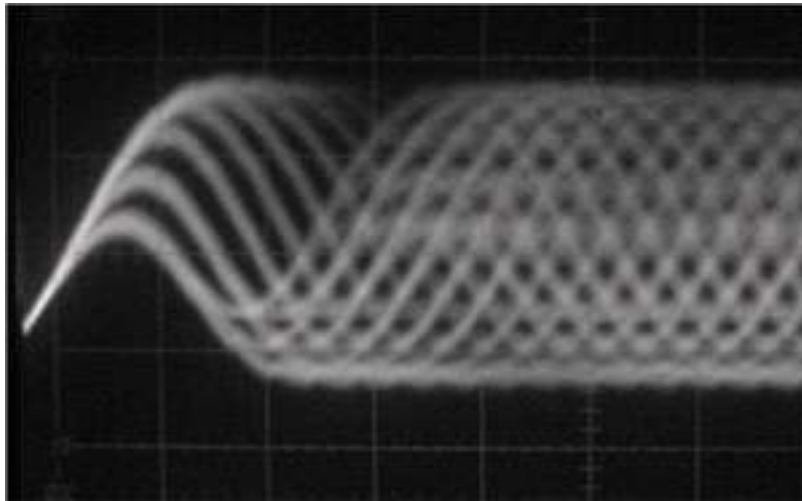
$100m \lambda rms/deg.$ (DVD:NA=0.65, $t = 0.6mm$)

DVDではディスク基板が1度傾くと約 $100m \lambda rms$ の3次コマ収差が発生する。入射瞳面で相殺波面（位相）を発生させれば収差補正可能で補償光学の一種といえる

ディスクチルトと3次コマ収差

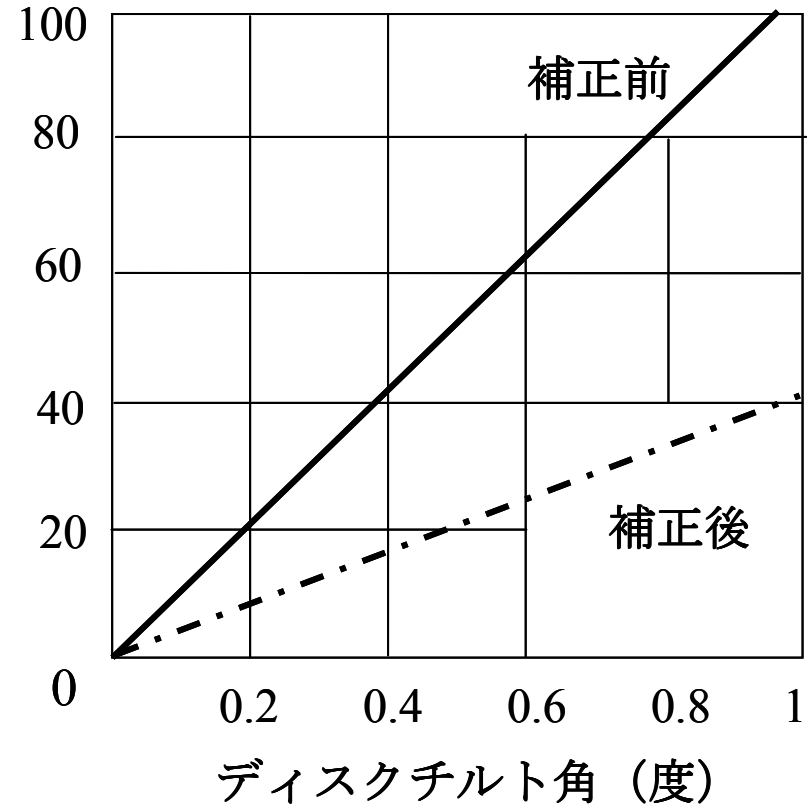


スキュー1度 液晶チルトサーボオフ



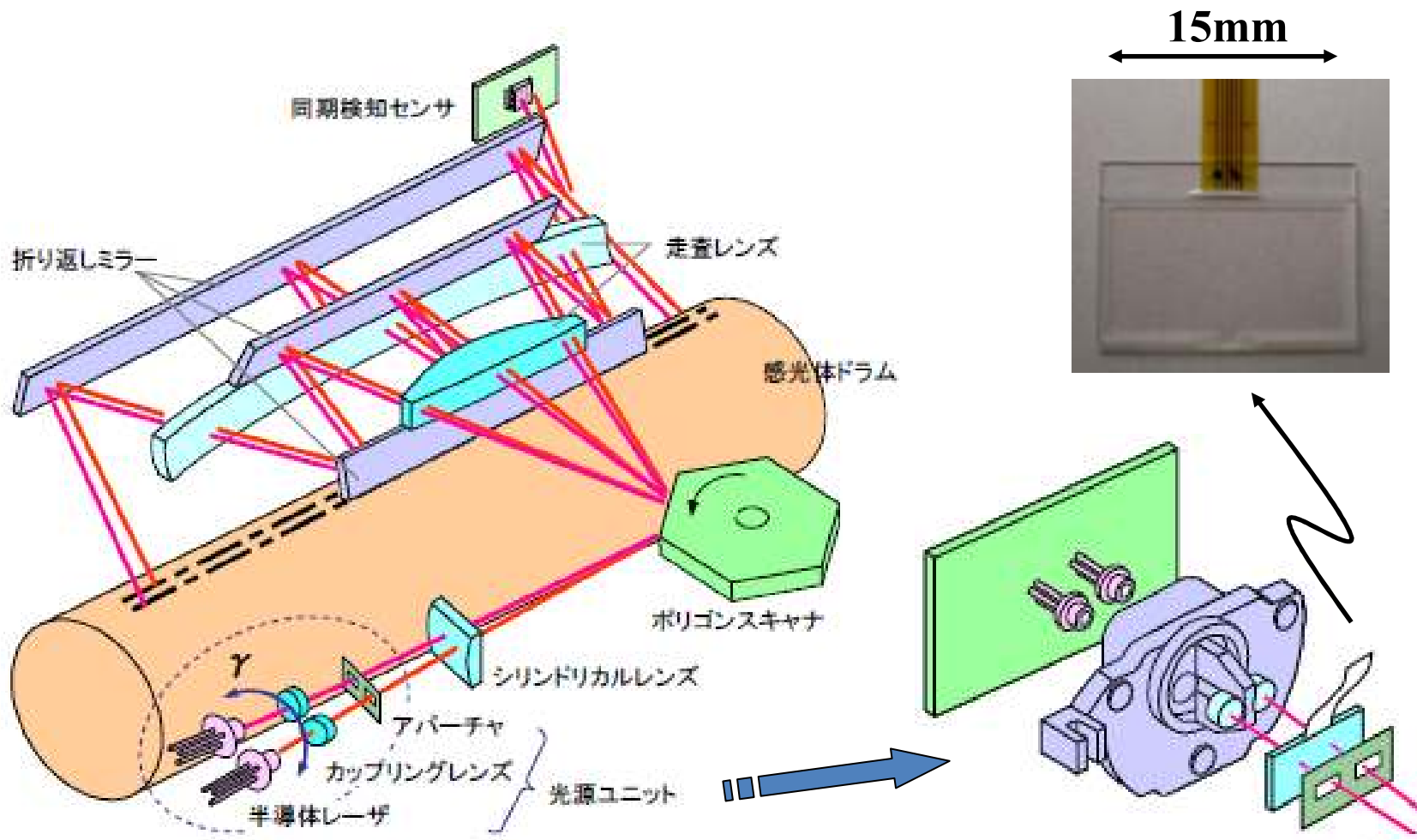
スキュー1度 液晶チルトサーボオン

波面収差 (RMS)



DVD NA:0.65, t = 0.6 mm

DVDのRF信号波形(アイパターン)

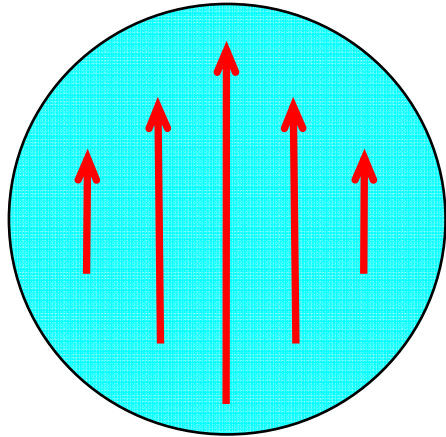


解像度切り替え用液晶偏向（プリズム）素子

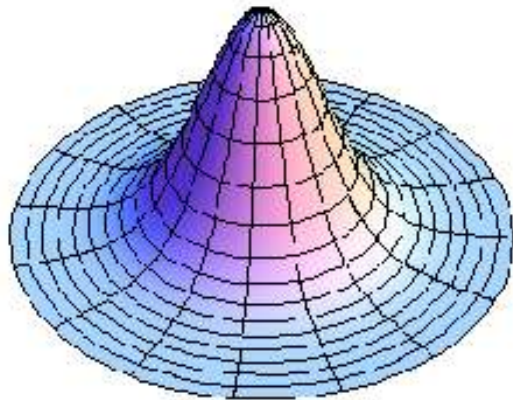
リコー技法No.36 (2010)より

液晶光学素子のバイオイメージングへの応用

CITIZEN
CITIZEN HumanTech



直線偏光

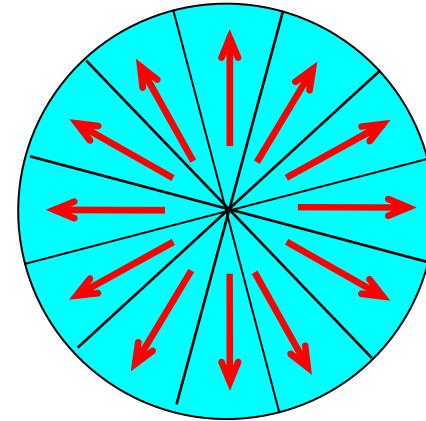


ガウス強度分布

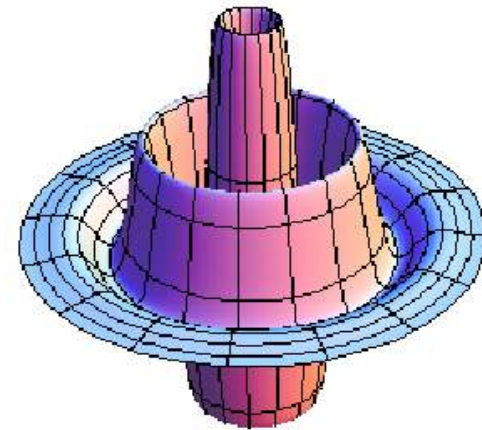
従来



液晶で電氣的に
切り替え



ラジアル偏光



高次ガウス強度分布

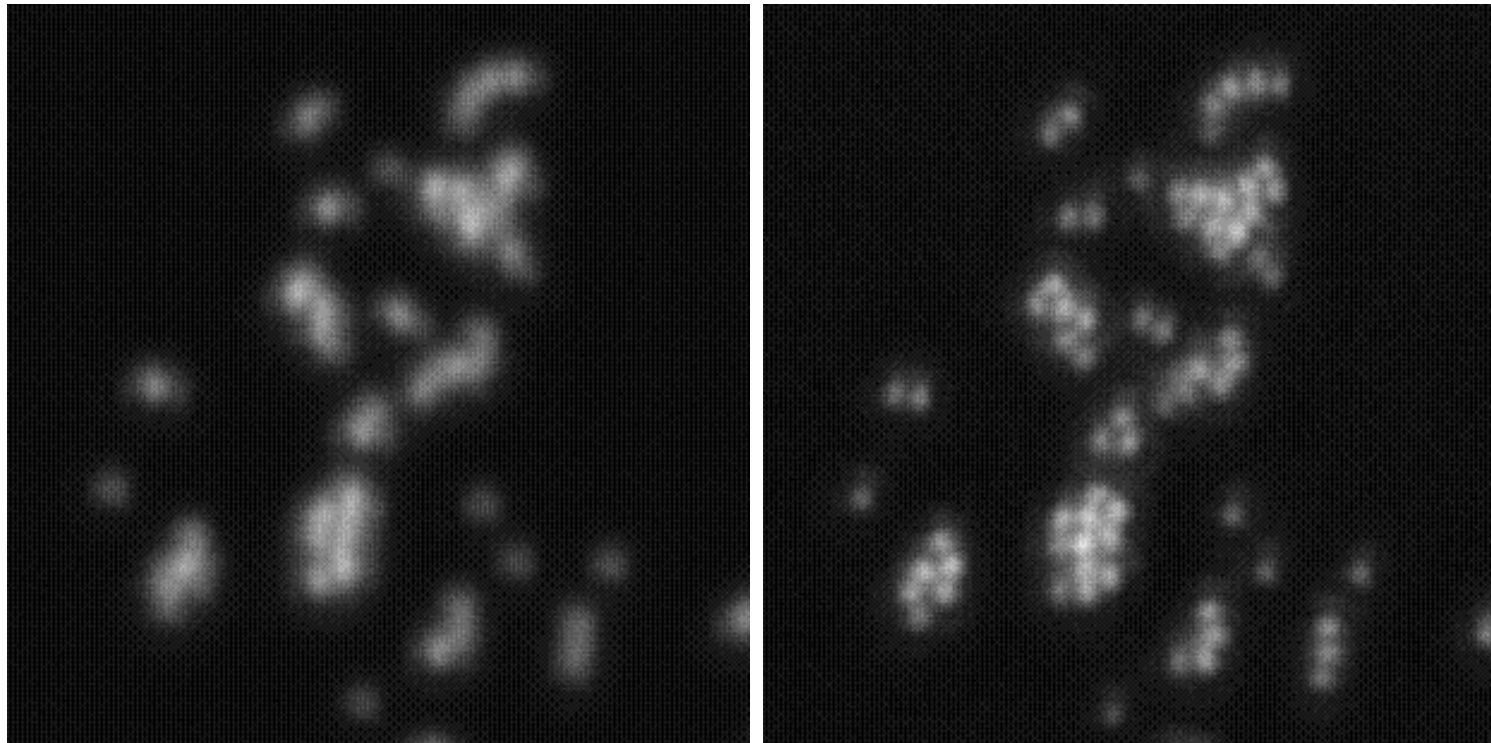
本研究

観察例

試料: 標準蛍光ビーズ(粒径173nm)

レーザー波長: 473nm

対物レンズ: NA1.2



Reyleigh limit

$$0.61 \frac{\lambda}{NA}$$

≒ 240nm



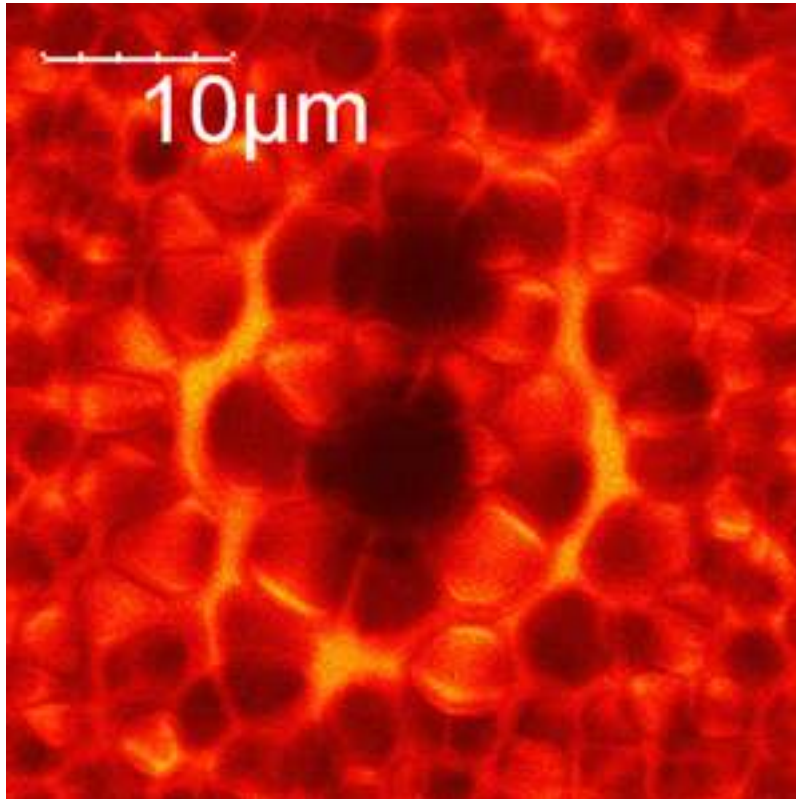
≒ 170nm

回折限界
を超えている

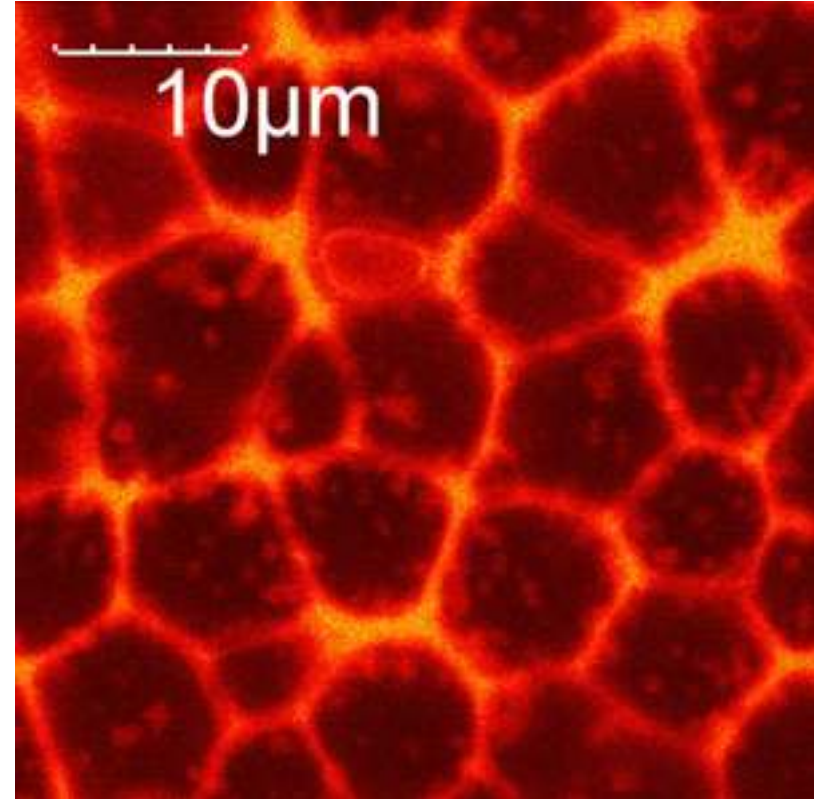
液晶ラジアル偏光高次ラゲールガウス光生成素子による超分解

北大・生体物理(根本研)、東北大・多元研(佐藤研)との共同研究による

Z 偏光の利用



X 偏光



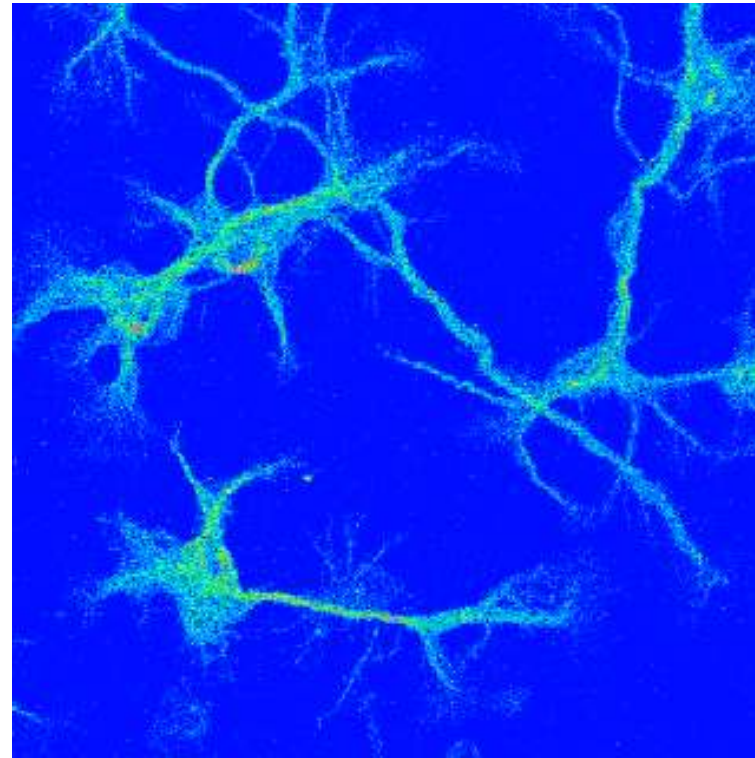
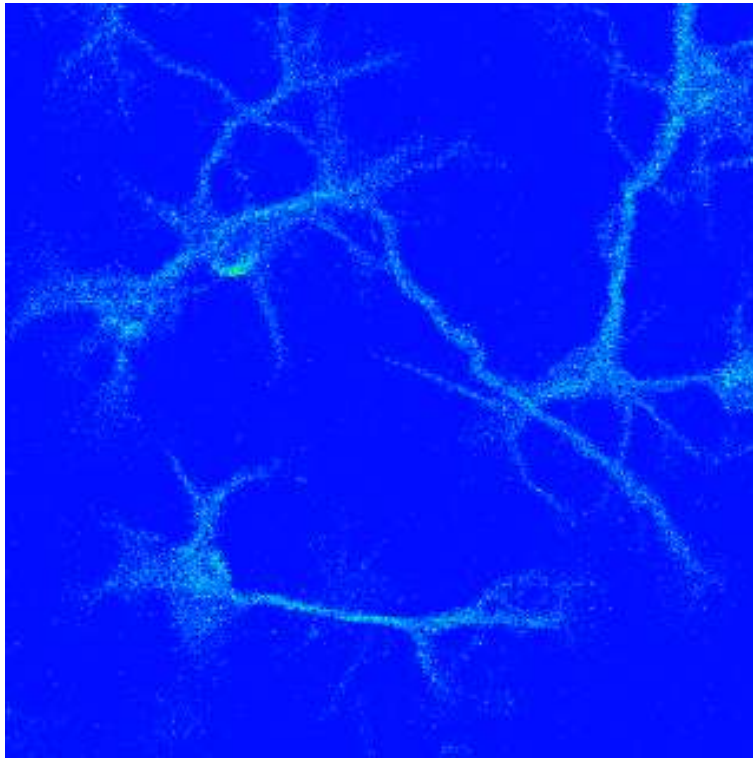
Z 偏光

レーザーSHG顕微鏡による高分子分散液晶の観察

北大・生体物理（根本研）、東北大・多元研（佐藤研）との共同研究による

神経細胞
マウス 大脳皮質
微小管(チューブリン)
蛍光色素:アレクサ488

液晶収差補正



生体試料の観察 (NA:1.2 170mm深部)

北大・生体物理(根本研)、東北大・多元研(佐藤研)との共同研究による



Thank you !!



CITIZEN

Micro HumanTech

