

## 気になる論文コーナー

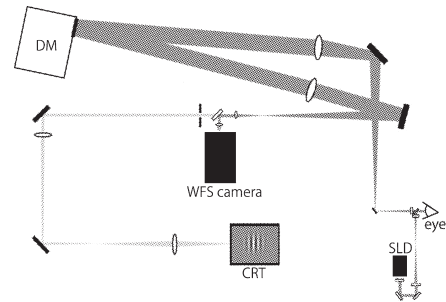
## 加齢に伴う視覚の空間分解能変化における高次収差の影響

Role of High-Order Aberrations in Senescent Changes in Spatial Vision

[S. Elliot, S. Choi, N. Doble, J. Hardy, J. Evans and J. Werner: J. Vis., 9, No. 2-24 (2009) 1-16]

加齢に伴い視覚の空間分解能は低下する。これには眼球光学系の劣化に起因するものと、網膜以降の神経伝達系に起因するものがあるが、両者がどの程度の割合で影響を与えているのかは明らかになっていない。そこで本論文では補償光学系(図)を用い、眼球での収差の有無が視覚の空間分解能に与える影響を検討している。空間分解能の計測として、0.55~18 cpdの空間周波数をもつガボールパッチに対するコントラスト感度を計測した。10人の若年者(平均23.4歳)、10人の高齢者(平均75.9歳)に対して計測を行ったところ、どちらのグループにおいても補償光学系を用いることにより、特に高周波数領域におけるコントラスト感度が上昇する結果を得た。また高齢者における補償有でのコントラスト感度より、若年者における補償無でのコントラスト感度のほうが高いという結果を得た。つまり眼球の収差以外の原因によっても、加齢に伴い空間分解能は低下するといえる。眼球光学系において収差以外の加齢による変化も個々に明らかにしていくことで、神経伝達系の加齢による変化も明らかにできると括っている。(図10, 表3, 文献53)

加齢に伴う視覚系の変化を明らかにすることは、視覚情報のユニバーサルデザインを考える上でも非常に重要である。本論文の手法は視覚系の加齢に伴う変化の要因を個別に扱うことができる可能性を示唆している点で非常に興味深い。(山口 秀樹)



実験で用いた補償光学系

シーンダイナミックレンジ推定に基づく複数の低ダイナミックレンジ画像から高ダイナミックレンジ画像の取得  
High Dynamic Range Image Acquisition from Multiple Low Dynamic Range Images Based on Estimation of Scene Dynamic Range

[K. H. Park, D. G. Park and Y. H. Ha: J. Imag. Sci. Technol., 53, No. 2 (2009) 020505-1-12]

撮像デバイス固有のダイナミックレンジを超えた高ダイナミックレンジ(HDR: high dynamic range)画像に関する研究が注目を集めている。最も一般的なHDR画像取得手法として、一般的なRGBカメラを用いて複数の露光時間で撮影した低ダイナミックレンジ(LDR: low dynamic range)画像列を結合する手法が知られている。しかしシーンのダイナミックレンジ(SDR: scene dynamic range)は通常未知であるため、明暗の両領域を広くカバーするためには比較的多数のLDR画像列とそれらがSDRをカバーしているか確認する必要がある。非効率的な作業が強いられる。そこで本論文では、2枚のLDR画像からSDRを推定する手法を提案し、HDR画像生成のために用いるLDR画像の最適な露光時間の算出に応用した。SDRの推定においては、露出過度と露出不足の2枚の画像を用いる。SDRの下限は、露出過度のLDR画像中の最小階調が黒にクリップされる露光時間とし、SDRの上限は、露出不足のLDR画像中の最大階調が白にクリップされる露光時間としてSDRと露光時間との関係を推定した。

さらに3枚のLDR画像から高品質なHDR画像を取得するために、LDR画像の最適な露光時間を求めた。これは一般的な従来手法によるHDR画像と、それ自身からカメラ応答カーブを利用して作成した3枚の擬似LDR画像をもとに再作成されたHDR画像との誤差により最適な露光時間を評価した。その結果、従来手法と肉眼では識別できない程度の誤差でHDR画像を取得できた。(図19, 表2, 文献9)

本論文では、HDR画像取得に関して効率のよい撮影手法の一例を示した点が大変興味深い。画像フォーマットや表示デバイス等の規格化に向けた今後の進展に期待したい。(西 省吾)

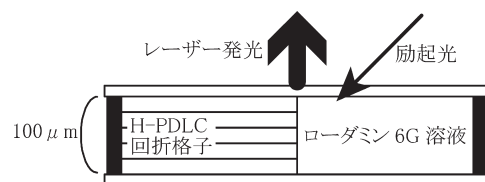
## ホログラフィック高分子分散型液晶による分布帰還型全有機マイクロレーザー

Distributed Feedback All-Organic Microlaser Based on Holographic Polymer Dispersed Liquid Crystals

[L. Criante, D. E. Lucchetta, F. Vita, R. Castagna and F. Simoni: Appl. Phys. Lett., 94, No. 2 (2009) 111114]

近年、ホログラフィック高分子分散型液晶(H-PDLC: holographic polymer dispersed liquid crystal)を用いた有機レーザーが活発に研究されている。このレーザーのおもな欠点として、色素の光劣化および高エネルギーポンピング光による回折格子の損傷がある。本論文で著者は、ローダミン6G溶液とH-PDLC回折格子で占められる領域を1つの素子内でそれぞれ独立に設け、セル中央部でのみ両者が接触する配置の小型分布帰還型レーザーを提案した。ポンピング光はローダミン6G溶液に照射され、レーザー発光はローダミン6G溶液とH-PDLC回折格子の接触部分で生じる。実際に素子を作製し、Nd:YAGレーザーの第二高調波(波長532nm)を光ポンピング光源として用いた実験で、H-PDLC回折格子の反射ピーク波長572nm付近でのレーザー発光を確認している。この配置では、ポンピング光はローダミン6G溶液にのみ照射され回折格子には照射されないため、H-PDLC回折格子の損傷は避けられる。また、色素の劣化は循環装置を用いることにより解決できる。(図4, 文献14)

今後は著者が述べているように、電界に対する液晶分子の再配向特性の応用が考えられる。すなわち、H-PDLC中の液晶の配向を外部電界により変化させ、レーザー発振状態が制御できるようになることが望まれる。(中山 敬三)



作製した分布帰還型レーザーの断面図

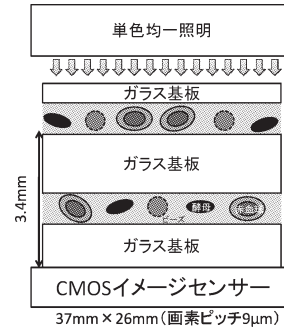
シャドウイメージングによる不均一細胞溶液のオンチップ組成分析

High-Throughput Lensfree Imaging and Characterization of a Heterogeneous Cell Solution on a Chip  
 [T.-W. Su, S. Seo, A. Erlinger and A. Ozcan: Biotechnol. Bioeng., **102**, No. 3 (2009) 856-868]

赤血球, 白血球, 血小板などの血液細胞の計数技術は医療分野における診断に用いられているだけでなく, 最近の細胞工学分野でも必要な技術である. 著者らは, 赤血球を含む異種混合溶液をオンチップかつ高スループットで組成分析する手法を開発した. 細胞の分類と計数処理は回折パターンに対する相関演算により行われる. 単色の均一光源により細胞の影を撮影する手法(シャドウイメージング)で得られた画像に対して, 二次元の相関演算により細胞の位置と数を検出する. 回折パターンが伝搬距離に依存して変化することを利用して, 被測定溶液の多層化を実現している. 画像検出に用いられる CMOS (complementary metal-oxide-semiconductor) センサー上に試料を載せて照明するだけの構成で, 約 10 cm<sup>2</sup> の広視野かつ 4 mm 程度の被写界深度を達成した. これにより数秒内に 5 万細胞の分析が可能と著者らは記している. (図 9, 文献 21)

回折パターンの発生を巧妙に利用することで, シンプルな構成で細胞分類と計数処理を達成するシステム構成が興味深い. 回折パターン

の解析, 高速相関処理, ホログラフィックな再構成処理など光学分野の貢献による高機能化が期待される. (山本 裕紹)



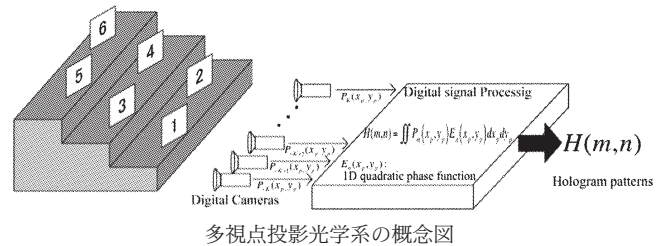
シャドウイメージングによるオンチップ細胞溶液分析法

多眼視撮像からのフレネル型計算機ホログラムの生成

Modified Fresnel Computer-Generated Hologram Directly Recorded by Multiple-Viewpoint Projections  
 [N. T. Shaked and J. Rosen: Appl. Opt., **47**, No. 19 (2008) D21-D27]

多視点投影ホログラムでは, 多眼撮像データより計算機を用いて干渉パターンを導出する. 光学干渉に基づく記録に比べ, コヒーレント照明や, 干渉計測に十分な位置合わせ精度を伴う光学系が不要であることが特徴といえる. これまでにさまざまな手法が提案されているが, 高精細な三次元画像を得るために, 膨大な視点からの撮像が必要である. また, デジタル処理における計算の複雑さと精度が課題として挙げられている. 本論文では, 後者の課題を解決するための手段を提案している. 提案手法では, 多眼撮像で得られる各画素データと結像系の幾何的な関係から算出される二次の位相項のみからホログラムデータを生成する. この結果, 非常に簡便な演算によりホログラムパターンが得られる. 論文では, 提案手法の妥当性が解析的に示されている. また, 生成されるホログラムの三次元再構成がシミュレーションおよび実験的に示されている. (図 5, 文献 9)

論文中には, 具体的な処理時間は明示されていないものの, ホログラム生成のための計算が簡便であることは明らかであり, 三次元動画再生等において興味深い手法である. (仁田 功一)



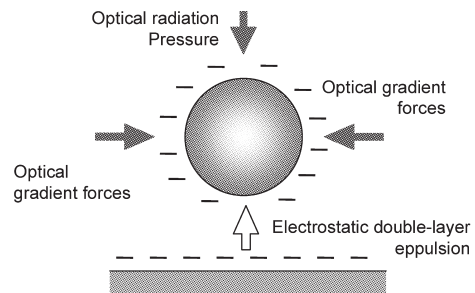
多視点投影光学系の概念図

マイクロ球の光トラッピングを用いたアレイ加工可能な光学ナノリソグラフィー

Array-Based Optical Nanolithography Using Optical Trapped Microlenses  
 [E. McLeod and C. B. Arnold: Opt. Express, **17**, No. 5 (2009) 3640-3650]

ナノ構造を作製するために, 低コスト・高速で加工可能なナノリソグラフィー技術が必要とされている. 著者らは, 微粒子を光により保持可能な光トラップに着目し, これを近接場光による微細加工技術に組み合わせ, 任意の微細構造を複数並行で形成できる技術を開発した. 具体的には近接場光を発生させるためのマイクロ球の位置を, 光トラップを用いて加工基板上に精度よく制御させた. また, マイクロ球をトラップしながら, 近接場光による加工を行うため 2 種類のレーザー光源を組み込んだ光学系を開発した. 光トラップ用には波長 1064 nm の連続波レーザー光源を, 近接場光加工用には波長 355 nm のパルスレーザー光源を用いた. 加工用のサンプルは基板上に 3 µm 厚のポリイミド膜を形成したものを用意し, マイクロ球は市販の直径 0.76 µm のポリスチレン製のものを用いた. この基板上に 4 つのマイクロ球を光トラップにより高精度に保持し, 基板に平行な方向に基板を移動させることで, 微小構造を 4 つ同時にパターンニングした. パターンの最小寸法は 100 nm 程度であり, 位置精度は 15 nm 程度と十分小さいことを確認した. (図 5, 文献 27)

本技術のナノ構造形成技術は, 従来のフォトリソグラフィーや電子ビームリソグラフィーで課題であった低コスト化と高速性(並行描画)を両立する技術である. 今後, 大口径ウェハーレベルで微小構造の同時多数形成など量産技術化への展開を期待したい. (山中 一彦)



光トラップを用いたマイクロ球の基板上的保持