

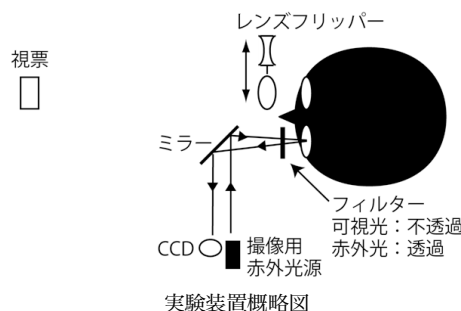
焦点調節トレーニングによる焦点調節機能の動特性的変化：正視者と近視者の比較

Change in Dynamics of Accommodation After Accommodative Facility Training in Myopes and Emmetropes
[P. M. Allen, W. N. Charman and H. Radhakrishnan: Vis. Res., 50 (2010) 947-955]

人間の眼の焦点調節機能に関する研究はこれまでも多くみられるが、そのメカニズムはいまだに完全には解明されていない。本論文では定量的な報告例の少ない調節の動特性（ある調節状態から異なる調節状態へ焦点を変化させたときの調節状態の時間特性）について、焦点調節トレーニングが与える影響を、正視者と近視者の被験者群に対して検討している。焦点調節トレーニングは、ある距離に提示された視票を凸レンズ/凹レンズ越しに観察および焦点調節を繰り返すもので、遠方と近方を交互に観察していることと同等のものである。このトレーニングを3日間行った前後において、図に示す装置を用いて調節の動特性的変化を調べた。正視者と近視者では焦点調節にかかる時間の絶対値は異なるものの、どちらの被験者群においても調節が完了するのに要する時間が短縮されており、トレーニングにより焦点調節が速くなることが示された。このことは調節緊張性近視の改善にも一定の効果があることを示唆していると述べている。（図2、表8、文献44）

本論文における調節状態の計測手法は、自然視に近い観察が可能であり、かつ同時に他覚的な調節状態の計測が可能である。調節の動特

性に関しては不明な点も多いため、この手法を用いることで実験環境における動特性研究の発展に期待できる。（山口 秀樹）



色域拡張アルゴリズムの開発と評価

Development and Evaluation of Gamut Extension Algorithms
[J. Laird, R. Muijs and J. Kuang: Color Res. Appl., 34 (2009) 443-451]

近年ディスプレイの製造技術が飛躍的に向上しており、放送規格の色域を上回る色を表示できるディスプレイが開発されている。一方、現在のビデオコンテンツは従来の放送規格に準拠したままであり、それゆえ新たに開発された広色域ディスプレイの色域を適切に使用できるように、カラーマッピングを行うことが期待されている。なお本論文で対象としている放送規格とは EBU (European Broadcasting Union) 規格を意味する。色域拡張アルゴリズムはこれまで数多く提案されているが、本論文では主観的な品質評価の観点から5種類の色域拡張アルゴリズムの有用性を検証した。これらのアルゴリズムのうち、3種類は線形的、残りは非線形的な変換を行っており、線形的変換手法の中で最も単純な手法を性能比較のための指標とした。色域拡張アルゴリズムの性能比較は、色域拡張シミュレーション実験と広色

域ディスプレイによる実験の2通りの心理物理実験により検証された。実験では、1枚の画像につき生成される5種類の色域拡張画像を総当たりで2枚ずつ被験者に提示し、どちらが「好み」であるかを評価値とした。10種類の画像を25人の色覚正常者に対して提示し実験を行った。実験結果として、どちらの実験においても非線形的な変換手法を用いることで良好な結果を得ることができたが、全体的に肌の色合いを拡張表現することが困難であり、画像依存の傾向が認められたと報告している。（図14、表1、文献16）

広色域表示デバイスに対応した映像コンテンツは、これからますます需要が高まると予想される。今後の進展に期待したい。（西 省吾）

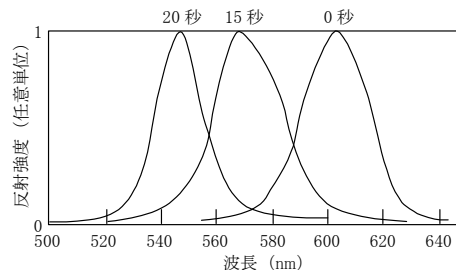
光制御可能なブルー相のフォトニックバンドギャップ

Optically Tuneable Blue Phase Photonic Band Gaps
[H.-Y. Liu, C.-T. Wang, C.-Y. Hsu, T.-H. Lin and J.-H. Liu: Appl. Phys. Lett., 96 (2010) 121103]

近年、フォトニックバンドギャップ (PBG) を示すフォトニック結晶が非常に注目されている。また、液晶分子が螺旋状に配向するコレステリック相は螺旋軸方向に一次元の周期性をもつため、一次元 PBG として応用研究がなされている。さらに、等方相とコレステリック相間の温度範囲で観測されるブルー相は結晶的な三次元周期構造を有するため、三次元 PBG としての利用が期待される。本論文では、アゾベンゼンの光異性化を利用して、ブルー相が呈する PBG の反射波長制御を光照射で行った。アゾベンゼンを混合した液晶材料を4種類作製し、アゾベンゼンのトランス体からシス体への異性化は473 nm、シス体からトランス体への逆異性化は532 nm のレーザー光照射を用いた。トランス体からシス体への光異性化で反射波長は20秒ほどで短波長側にシフトし、光照射による逆異性化は45秒ほどで完了した。反射波長の変化は、アゾベンゼンの光異性化が立方構造に歪みを生じさせることに起因する。この現象を用いることにより、ブラッグ反射を利用した光書き込み型ブルー相ディスプレイが可能である。（図5、文献17）

本論文での光書き込み・消去時間は数十秒オーダーであり、現状で

は動画表示用のディスプレイとして用いることは難しいであろう。しかし、電子ペーパーなどシート状の書き換え可能な反射型表示素子の応用分野が急速に拡大していることから、実用化に向けて、応答速度の高速化、多色化などさらなる発展が望まれる。（中山 敬三）



光照射 (473 nm) による反射スペクトルの時間変化

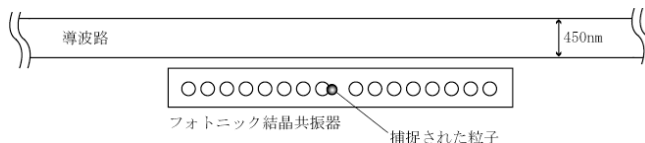
フォトニック結晶共振器を用いたナノマニピュレーター

Nanomanipulation Using Silicon Photonic Crystal Resonators
[S. Mandal, X. Serey and D. Erickson: Nano Lett., 10 (2010) 99-104]

近年、マイクロ流体デバイスの開発が活発に研究されている。最近、SOI (silicon on insulator) 技術で作製したフォトニック結晶構造により、流体中のナノ粒子を捕捉する技術が報告された。著者らは、絶縁膜上に形成したフォトニック結晶による導波路および共振器により局在光を発生させ、流体中に飛散している数十ナノメートルオーダーの粒子の捕捉に成功した。FDTD (finite-difference time-domain) 法を用いた局在光の強度解析から数十 nm 以上の粒子が光放射圧により捕捉できることを示している。PDMS (Polydimethylsiloxane) と組み合わせて流路を形成し、波長 1500 nm の赤外レーザー光を導波させることで、48 nm, 62 nm の粒子が捕捉できることを示している。また、500 nm の粒子を多数捕捉するだけでなく搬送することにも成功しており、流体中に飛散しているナノ粒子の捕捉方法として当該デバイスが有効であることを示している。(図5, 文献32)

フォトニック結晶を用いて捕捉する技術は、従来の光ピンセット技

術では達成困難であった多数のナノ粒子の捕捉技術として、今後の応用展開が興味深い。著者らが提案している構造を改良することで DNA や単分子の捕捉および搬送が期待される。(水谷 康弘)



SOI 技術により作製した光トラップ用フォトニック結晶共振器

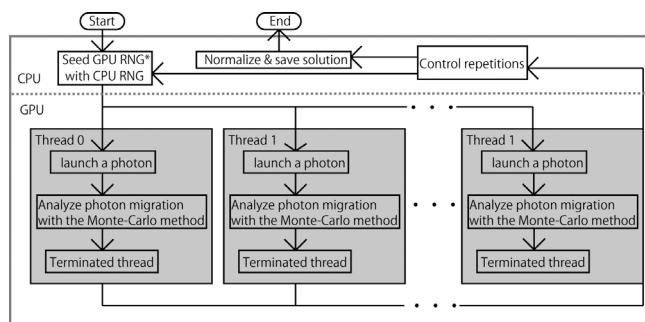
GPU により高速化された三次元散乱体における光子マイグレーションのモンテカルロシミュレーション

Monte Carlo Simulation of Photon Migration in 3D Turbid Media Accelerated by Graphics Processing Units
[Q. Fang and D. A. Boas: Opt. Express, 17 (2009) 20178-20190]

三次元の散乱媒質における光子の軌跡を再現するためのモンテカルロシミュレーションを、グラフィックスプロセッシングユニット (GPU) を用いて行っている。GPU はその並列性と低いメモリー遅延を有しており、多数のフォトン振る舞いを同時並列にシミュレートできる。また、三次元散乱体における光信号の振る舞いを解析する技術は、人間の脳や小動物に適用できる拡散光トモグラフィーにおいて重要である。著者らは、GPU に適したシミュレーションの手順として、高速な内部メモリー内で乱数を発生させる方法と、境界の反射モデルを新たに報告している。これらの改良により、1792 スレッドを用いた並列処理において CPU と比較し、300 倍の高速化を実現している。(図7, 文献35)

GPU はベクトル演算に優れており、計算機プログラムに利用されるなど、光学シミュレーションとの整合性が注目されている。また、GPU を画像処理だけでなく汎用的な計算に用いるための開発環境が、一昨年から急速に充実している。今後、本論文のように、GPU のアーキテクチャーの特徴が考慮された光学の解析技術が蓄積されることが予想される。これらの技術は、光学的な計測器や情報機器にお

る進展への寄与が期待される。(仁田 功一)



並列モンテカルロシミュレーションの概要 (*RNG: random number generators)

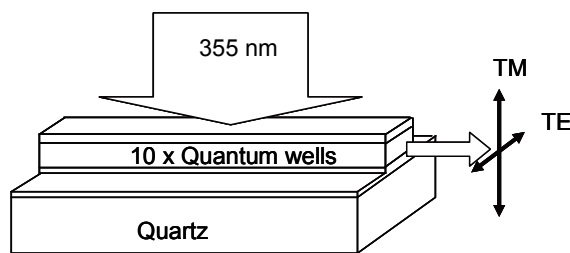
ZnO-ZnMgO 多重量子井戸のリッジ導波路型レーザー

ZnO-ZnMgO Multiple Quantum-Well Ridge Waveguide Lasers
[S.-H. Tsang, S.-F. Yu, H.-Y. Yang, H.-K. Liang and X. Li: IEEE Photon. Technol. Lett., 21 (2009) 1624-1626]

広いバンドギャップと大きな励起子の束縛エネルギーを有する酸化亜鉛 (ZnO) は、高効率な紫外発光デバイスを実現する材料として有望である。これまでパルスレーザー堆積法などにより ZnO 系の量子井戸が作製されているが、高品質の ZnO 膜を得るために高価な基板が必要であった。これに対し、著者らは、アークプラズマ源を用いたイオンビーム蒸着法であるフィルター型カソード真空アーク (filtered cathodic vacuum arc) 方式により、クォーツ基板上に ZnO/ZnMgO 多重量子井戸を形成し、レーザー発振を確認した。積層構造は、基板上に 50 nm の ZnMgO バッファ層、多重量子井戸、ZnMgO キャップ層とし、その後、幅 1.5 μm のリッジ導波路を形成した。波長 355 nm の入射レーザー光に対して、2.0 MW/cm² のときに 80 cm⁻¹ の光学ゲインを観測した。(図5, 文献9)

ZnO を用いた光学デバイスは、将来、非常に安価に製造できる可能性を有する。本論文の製造技術および評価結果はこの ZnO の特徴を

生かしたものであり、今後の ZnO デバイスの特性向上に期待したい。(山中 一彦)



ZnO-ZnMgO 多重量子井戸レーザー構造