

気になる論文コーナー

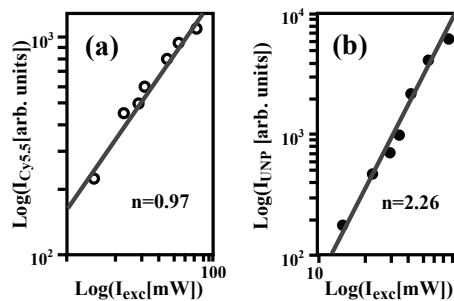
生体適合されたアップコンバートするナノ粒子を用いたマウスの透過蛍光イメージング

Transillumination Fluorescence Imaging in Mice Using Biocompatible Upconverting Nanoparticles

[C. Vinegoni, D. Razansky, S. A. Hilderbrand, F. Shao, V. Ntziachristos and R. Weissleder: Opt. Lett., 34, No. 17 (2009) 2566-2568]

マウスなどの小動物を *in vivo* で蛍光観察する際に最大の問題となるのが自家蛍光の存在である。著者らは、励起光のアンチストークス側に蛍光を有するアップコンバージョンナノ粒子 (UNP) 蛍光を用いて、自家蛍光のない生体内部の可視化についてその実現性を報告した。近赤外蛍光色素としてよく知られた Cy 5.5 は励起光強度に対する蛍光強度が線形であるのに対して、UNP は二光子過程から発生している (図参照)。さらに、従来の二光子蛍光に比べて吸収断面積が桁違いに大きいので、励起光源に安価な連続波レーザーを使用可能である。この実験結果から 3 点グリーン関数モデルの妥当性を検証するとともに、食道に蛍光チューブを挿入したマウスを用いて自家蛍光の低減を実証した。(図 2, 文献 5)

報告者も UNP の有効性には以前より着目しており、具体的に *in vivo* 蛍光観察に適用して事例が証明された点に興味深い。ただし、UNP の集積位置が励起光源から大きく離れると蛍光強度が大きく下がることから、透過型よりも反射型の蛍光トモグラフィーにより有効ではないかと思われる。(小田 一郎)



Cy 5.5 と UNP の励起光強度依存性

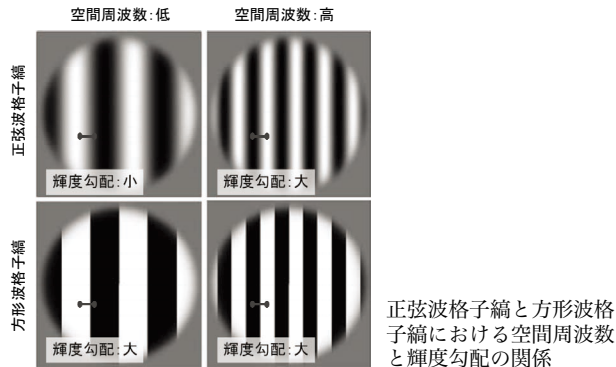
視対象の空間周波数特性が調節動揺に与える影響—正視者と近視者での比較—

The Relationship between Object Spatial Profile and Accommodation Microfluctuations in Emmetropes and Myopes

[M. Day, L. S. Gray, D. Seidel and N. C. Strang: J. Vision, 9, No. 10 (2009) 5, 1-13]

人間の視覚系が焦点調節を行う際、知覚できない程度で微小に調節状態を変動させる調節動揺により調節位置の判断を行っているという説がある。本論文では、異なる空間周波数の正弦波格子縞および方形波格子縞を観察した際の調節動揺を、正視者と近視者の被験者群に対して計測・比較することで、調節動揺のメカニズムを検討している。被験者の調節状態は赤外線オートレフラクトメーターを用いて計測された。正弦波格子縞を観察した場合、空間周波数が 4 cycles/deg において調節動揺が最小となり、それより低くても高くても調節動揺が大きくなる。一方、方形波格子縞を観察した場合、空間周波数の違いによらず調節動揺は一定であった。この原因として図に示すように、正弦波と方形波では単位角度当たりの輝度変化量 (輝度勾配) が異なり、方形波では空間周波数によらず一定であることによるものであると述べている。また、正視者と近視者の調節動揺を比較すると、すべての条件において近視者のほうが大きく、特に高空間周波数の正弦波格子縞で顕著な違いを示した。さらに近視者の他の視機能を計測した既往研究と比較することで、調節動揺の大きさに輝度勾配が関係していることを示している。(図 11, 文献 50)

既往研究で個々に述べられていた事項をまとめて検討しており興味深い。焦点調節のメカニズムには未だに不明な点が多くあり、今後の研究の基礎データとして有用であると考えられる。(山口 秀樹)



正弦波格子縞と方形波格子縞における空間周波数と輝度勾配の関係

分光画像ブラウジングのための最適なサンプリングと主成分選択

Optimal Sampling and Principal Component Selections for Spectral Image Browsing

[J. Lehtonen, J. Parkkinen and M. Hauta-Kasari: J. Imaging Sci. Technol., 53, No. 6 (2009) 060503]

近年分光イメージングに注目が集まっている。分光画像は遠隔医療やデジタル美術館、電子商取引における商品提示など、色の正確性が要求される分野での応用が可能であるが、膨大なメモリ領域を必要とする欠点がある。これらの応用例は、インターネットを経由して表示・閲覧することを想定しており、利便性を考慮すると分光画像のファイルサイズの圧縮率や色の正確性をユーザーが自由に設定できることが望ましい。そこで本論文では、主成分分析やサブサンプリングに基づく JPEG 圧縮を利用して分光画像の圧縮を行い、閲覧に最適な主成分数や分光画像の波長間隔、さらにサブサンプリングのためのマスクについて検証した。実験には絵の具や厚紙、風景写真、ポスターなどのさまざまな分光画像 64 枚と、タングステンランプや LED など実際の光源を 5 種類、さらに標準光源 (A, D65, F2, F8, F11) を 5 種類

用いた。性能評価は圧縮前と圧縮後の分光画像に対して 3 つの指標を用いて行った。その結果、滑らかな分光分布特性をもつ光源下での分光画像の場合、最適な波長間隔は 20 nm 程度で十分であることがわかった。しかしながら、LED のように鋭いピークをもつ光源の場合、波長間隔を 10 nm にしても不十分であることがわかった。分光画像の主成分数は 4 から 6 が適切であり、サブサンプリングのためのマスクは 3×3 マスクでも利用可能であることが明らかになった。(図 7, 表 4, 文献 44)

分光画像の利用拡大を想定し、インターネットを経由した応用例について検証を行った点が大変興味深い。現状では分光画像の重要性は認識されつつも、応用例が限定的である。今後の進展に期待したい。

(西 省吾)

負の誘電異方性物質を用いた高コントラストカイラルネマチック液晶素子

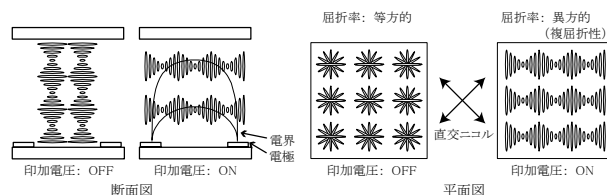
High Contrast Chiral Nematic Liquid Crystal Device Using Negative Dielectric Material
[S. S. Choi, F. Castles, S. M. Morris and H. J. Coles: Appl. Phys. Lett., 95, No. 19 (2009) 193502]

分子が螺旋状に配向するカイラルネマチック液晶では、可視光波長程度のピッチの螺旋構造が呈する選択反射を用いる研究が盛んである。近年、短ピッチで正の誘電異方性のカイラルネマチック液晶を用いた素子が提案されているが、配向欠陥等の問題がある。本論文では、負の誘電異方性を有する短ピッチカイラルネマチック液晶と面内電極を組み合わせた素子を提案している。電界無印加状態では螺旋軸は基板に垂直であるが、螺旋ピッチが可視光波長よりも短い。そのため螺旋構造は、入射光に対してその微細構造による影響を与えず、平均化された等方的な屈折率を与える。そのため、入射光の偏光状態は変化せず直交ニコル配置では透過光は生じない。負の誘電異方性のため、電界印加状態では分子短軸を電界と平行に配向する力が液晶分子に働く。その結果、正の誘電異方性液晶を用いた場合と異なり、螺旋構造を保ったまま螺旋軸が基板に平行な状態に変化する。この状態では液晶は複屈折性を示すため、入射光の偏光状態が変化し素子は明状態となる。本駆動方式で、カイラルネマチック液晶としては高速応答

(35 ms)、高コントラスト (1000 : 1) の素子を実現した。(図 4, 文献 20)

液晶を含めフラットディスプレイの技術革新は非常に速く、多様な駆動方式が研究されることは非常に重要である。実用化に向けて、低電圧駆動化や視野角対策など本研究のさらなる発展が望まれる。

(中山 敬三)



液晶素子の駆動原理

機能的スクリーンを利用した大画面フルカラー三次元表示の実現

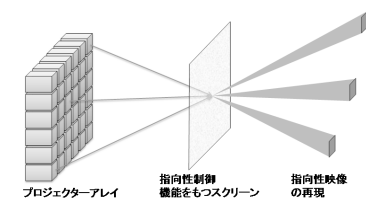
Demonstration of a Large-Size Real-Time Full-Color Three-Dimensional Display
[X. Sang, F. C. Fan, C. C. Jiang, S. Choi, W. Dou, C. Yu and D. Xu: Opt. Lett., 34, No. 24 (2009) 3803-3805]

本論文は等身大のフルカラー三次元映像を眼鏡なしに再現する表示システムの実現を報告する。著者らはプロジェクターアレイを用いた三次元映像の再現に適した指向性制御特性をもつ専用設計のホログラフィックスクリーンを作製した。スクリーンの各点に入射する光線に対して、出射光角度を上下左右にある幅で広げることでスクリーン面での拡散と指向性の限定のバランスを保っている。作製されたスクリーンの大きさは高さ 1.8 m × 幅 1.3 m である。各 640 × 480 画素をもつ 64 台のカメラで取得された映像をビデオサーバーに inputs, 歪み補正とフレームの同期が行われた映像がプロジェクターアレイに出力される。フレームレートは 25 フレーム毎秒である。実験では水平視差のみのリアルタイム三次元表示が行われ、水平視野角 45 度で均一な輝度が保たれ、奥行きは 1 m 以上の三次元像が再現された。実際にポートレートが再現された結果が示されている。最後に半球面上に配置したカメラアレイおよびプロジェクターアレイを用いることで、全方位か

ら観察可能な三次元表示の配置が示されている。(図 5, 文献 16)

大画面の指向性画像を再現するために適した指向性制御スクリーンを開発した点に技術的な優位性がある。ホログラフィックスクリーンを専用設計することで、プロジェクター間のギャップ調整や輝度と波長特性の補正など今後の高機能化が期待される。

(山本 裕紹)



機能的スクリーンによる光線再生の原理

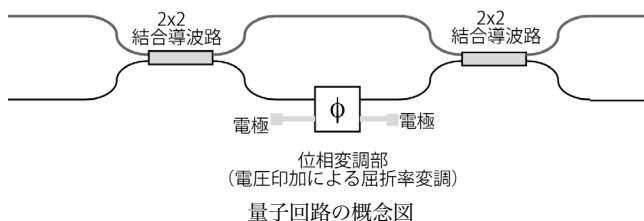
導波路型量子回路における光子のエンタングル状態の制御

Manipulation of Multiphoton Entanglement in Waveguide Quantum Circuits
[J. C. F. Matthews, A. Politi, A. Stefanov and J. L. O'Brien: Nat. Photon., 3 (2009) 346-350]

集積型量子光学回路において、エンタングルされた光子の状態を制御する導波路型ゲートが報告されている。開発されたゲートは一辺 3.5 μm のシリカガラスの導波路により構成されるマッハツェンダー干渉計であり、干渉計の片側では、電圧制御により位相変調される。量子ビットの位相は、温度制御により導波路の屈折率を変化させることにより変調される。干渉計には、パラメトリック下方変換により生成される波長 780 nm のエンタングルされた光子対が入射される。この系を用いて、1 光子および、2, 4 光子対の量子状態制御の検証実験が行われている。実験の結果、それぞれの実験において、98.2, 97.2, 92.0% のコントラストを有する干渉信号が得られることが確認されている。この干渉計をもとにした再構成可能な量子回路が構成されることが示されている。(図 5, 文献 48)

に集積させることが必要であり、多くの課題が残されている。しかし、エンタングルが反映された重ね合わせ状態を安定に動作させる素子の開発は着実に進展している。これらの素子が、量子光学や量子情報処理などの分野の発展に寄与することが期待される。(仁田 功一)

導波路型量子光学回路として、これまでに制御 NOT 回路をシリコン基板上に作製する技術などがすでに報告されている。いわゆる量子計算による大規模処理を実現するためには、これらの要素回路を複雑



量子回路の概念図