

ブルー相液晶を鋳型とした三次元フォトニック構造の作製

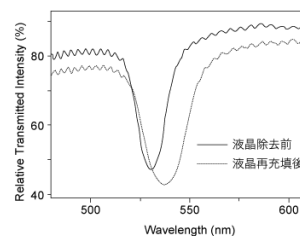
Blue-Phase Templated Fabrication of Three-Dimensional Nanostructures for Photonic Applications

[F. Castles, F. V. Day, S. M. Morris, D.-H. Ko, D. J. Gardiner, M. M. Qasim, S. Nosheen, P. J. W. Hands, S. S. Choi, R. H. Friend and H. J. Coles: Nat. Mater., 11, No. 7 (2012) 599-603]

液晶物質は異方的な分子間相互作用を有し、複雑な微細構造を自発的に形成する。著者らは、周期数 100 nm の三次元構造を形成するブルー相液晶の構造をポリマー膜に転写することに初めて成功し、異物質に対する鋳型として利用できることを明らかにした。著者らは、低分子液晶に光重合性の液晶モノマーを数 10% の重量比で混合し、液晶相において光重合を誘起することで液晶・ポリマー複合膜を得た。膜中に残存する低分子液晶を有機溶剤によって除去し、再度液晶分子を浸透させると、重合前と同様の光学的性質、すなわち周期構造に起因するブラッグ反射が観測されたことから、液晶の三次元構造がポリマー膜に転写され、鋳型として機能していることが示された。論文では作製した鋳型に導入した色素添加液晶からの分布帰還レーザー発振、および再充填した液晶のスイッチングを利用した電気光学効果がデモンストレーションされており、光学素子への応用の可能性が示されている。(図 4, 文献 30)

分子の自己組織化を利用したもの作りにはさまざまなアプローチがあるが、中でも液晶はメゾスコピックな構造体を形成することから、

光学応用に適していると考えられ、興味深い。一方で、本研究では作製したポリマーの電子顕微鏡写真のデータはなく、液晶構造が実際にどのように転写されているかについては明らかにされていない。今後の研究による鋳型の構造解明に期待したい。(吉田 浩之)



ブルー相液晶-ポリマー複合膜の液晶除去前および再充填後の透過スペクトル (透過率ディップはブラッグ反射に起因する)

まぶしさのない LED 照明管

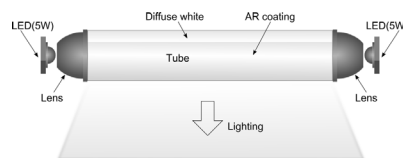
Glareless Light-Emitting Diode Lighting Tube

[R.-S. Chang, T.-Y. Li, K.-W. Jwo, S.-W. Wang and J.-Z. Tsai: Opt. Rev., 19, No. 2 (2012) 89-97]

近年、省エネ・長寿命・環境対応などの観点から、LED (light-emitting diode) を光源とする照明の開発がさかんに進められている。著者らは、点光源である LED を導光バーを用いて線状光に変換することにより、従来の蛍光灯に置き換わる LED 照明管の開発を試みている。本研究では、高輝度 LED を用いた場合に特有の課題である「まぶしさ」をなくし、高い照明効率を実現するための設計手法として、タグチメソッドとニューラルネットワークソフト (ANND OE) を組み合わせた最適化を試み、短時間かつ低コストで最適設計解を得ることができた。シミュレーションでは、5 W の出力をもつ LED を 2 つ使い、照明管の出力として 287.81 lm、効率は 39.973% を達成した。最適化によって得られたパラメーターをもとに実際に作製した照明管ではまぶしさが軽減されており、まぶしさの評価方法である UGR 法 (united glare rating) でも、照明管に垂直方向、真横方向では UGR =

0 となった。(図 20, 表 5, 文献 13)

非常に時間を要する照明系設計において、タグチメソッドを用いて実験回数を効率的に減少させ、また離散的な解となるタグチメソッドの欠点を、ニューラルネットワークソフトを用いて補う二段階最適化にて実現できた点が非常に興味深い。(藤代 一朗)



LED 照明管の概念図

可視光における広帯域に対応した透明マントアレイの光学評価

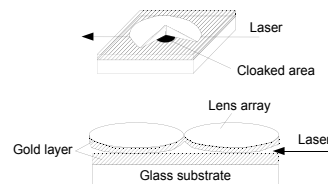
Experimental Demonstration of a Broadband Array of Invisibility Cloaks in the Visible Frequency Range

[V. N. Smolyaninova, I. I. Smolyaninov and H. K. Ermer: New J. Phys., 14 (2012) 053029]

波長よりも短い周期構造を配列させることにより、誘電率と透磁率の異方性をもたせたメタ材料で透明マントを実現しようとする研究が進められている。その実現に向けて、メタ材料の研究開発が積極的に行われているが、適用可能な波長帯域の制限や微細構造の製作の問題が残っている。著者らは、可視光帯域に適用するためにメタ材料を用いず、レンズアレイを用いるシンプルな構成の透明マントを提案している。この透明マントは、面上にそれぞれ厚さ 70 nm と 30 nm の Au を蒸着した平面ガラス基板とレンズアレイ (レンズ間のピッチ 30 μm, 曲率半径 42 μm) からなり、ガラス基板とレンズの蒸着面を密着させることにより、レンズ面に沿ったテーパ状の導波路を形成している。ここに、波長 514 nm の Ar イオンレーザーを導波路に入射すると、基板と接するレンズ頂上付近の面積の約 20% を占める領域で光波が通過できず、光が曲げられて進行するようになる。この現象は、変換光学の観点から、レンズ曲面の径方向に沿って屈折率が 0 から 1 に連続的に変化する仮想的な媒質内を進行する光波と同等に振る舞うことができる。本透明マントでは、六方配列にアレ

イ化することで使用波長の広帯域化が見込まれるが、その一方で、入射方向は三方の主軸の方向に制限されることが報告されている。(図 5, 文献 11)

メタ材料を用いず、レンズアレイで透明マントが実現できることは非常に興味深い。これまで、透明マントのアレイ化における光学現象の確認は容易でなかった。透明マントを通過した後の光波の解析を含め、今後の応用展開に期待したい。(岡野 正登)



透明マントアレイの構成

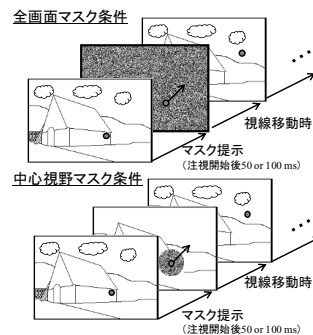
視野制限刺激遅延提示パラダイムとシーン観察時の中心視野および周辺視野情報の利用

The Mask-Onset Delay Paradigm and the Availability of Central and Peripheral Visual Information during Scene Viewing
[M. G. Glaholt, K. Rayner and E. M. Reingold: J. Vis., 12, No. 1 (2012) 9:1-19]

読書やシーンの知覚など、さまざまな視覚課題を行う場合、われわれは眼を頻繁に移動（サッカド）または停留（注視）させる。一般に、注視中に視覚情報が獲得・処理されていると考えられているが、その時間特性には未知な点が多い。本論文ではシーン知覚に着目し、観察者の視線位置に合わせて視覚情報を制限する動的な視野制限法を用いて、シーン知覚の時間特性を検討した。実験では、被験者はシーン画像を提示され、ターゲット刺激を探索またはシーン画像を記憶した。注視の開始から 50~100 ms 後に画面全体を制限するマスク刺激、または中心視野を制限するマスク刺激が提示され、被験者が視線を移動させると、再びマスク刺激のない完全なシーン画像が提示された。結果は、画面全体がマスクされた場合、視覚情報が 100 ms 間視認できる条件でも課題成績が低下した。中心視野のみが制限された場合には、50 ms 条件では探索成績は低下したが、記憶成績は低下しなかった。これらの結果は、シーン知覚において周辺視野情報が重要な役割をもつこと、そしてその処理に比較的長い時間を要することを示唆する。（図 7、文献 39）

本論文では、近年の画像処理技術の向上に伴いその実用が容易となった動的視野制限法を応用し、視覚情報処理の時間特性にアプロー

チしている点で興味深い。ゲームプレイやシミュレーターでの自動車運転など、より複雑な視覚課題にもこの手法は応用可能であることから、今後の研究の発展が期待される。（瀬谷 安弘）



視野制限刺激遅延提示パラダイムの概略

光源推定処理に関する情報を利用するデジタル写真の色空間変換

Color Space Transformations for Digital Photography Exploiting Information about the Illuminant Estimation Process
[S. Bianco, A. Bruna, F. Naccari and R. Schettini: J. Opt. Soc. Am. A, 29, No. 3 (2012) 374-384]

デジタル画像取得デバイスの色再現精度は、全体的な知覚画質を左右する重要な要因である。取得画像に対する色補正は、まずシーン内の光源色を推定し、次に色マトリックス化とよばれる画像データの標準 RGB 色空間への変換を行うことで実行される。これまで色再現精度の向上のために、光源推定処理と色補正マトリックスを分離してさまざまな手法が検討されてきた。しかし、この一連の変換はシーン内の光源が正しく推定されていることが前提になっており、光源推定処理と色補正マトリックスの相互作用を考慮していない。そこで本論文では、白色点の推定が不完全な場合の光源推定処理と色補正マトリックス間の相互作用を調べ、色再現精度への影響度を検証した。実験は、デジタルカメラシミュレーターと多数の光源ならびに物体の反射率データセットを用いて行った。まず、推定されたシーン光源が

色補正マトリックス計算のために適用された光源とは異なる場合、固定化された色補正マトリックスを用いても良好な色精度を得られないことを実証した。また、シーンを構成する光源は複数存在し、十分な光源推定結果が得られないことも多い。それゆえ完全と非完全の両方の光源推定結果を想定した適応的な色変換手法を検討した。その結果、光源推定が高精度で行われた場合、適応的な色変換による色差を 19.72% 減少させ、不完全な光源推定の場合でも同様に色差を減少することができた。（図 3、表 9、文献 24）

シーン中の光源推定をシミュレーションにより詳細に試みた点は評価できるが、実機による報告が気になる点がある。今後の進展に期待したい。（西 省吾）

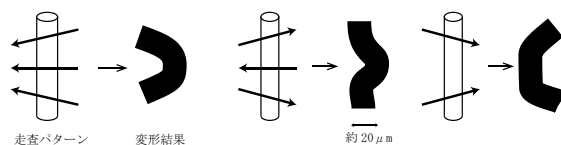
金ナノ結晶をドーブした形状変化液晶エラストマー微粒子の光マニピュレーション

Optical Manipulation of Shape-Morphing Elastomeric Liquid Crystal Microparticles Doped with Gold Nanocrystals
[Y. Sun, J. S. Evans, T. Lee, B. Senyuk, P. Keller, S. He and I. I. Smalyukh: Appl. Phys. Lett., 100, No. 24 (2012) 241901]

微粒子の光マニピュレーションは自然科学や生物医学研究における重要な研究ツールとなっているが、捕捉・整列・回転などに比べて微粒子の形状制御研究は限られている。高分子網中にメソゲン基（液晶基）が導入された液晶エラストマー（LCE）は、相転移時に異なる形状変化が生じるため、構造制御可能な材料として注目されている。本論文では、金ナノ結晶をドーブした $2 \times 4 \mu\text{m} \sim 20 \times 100 \mu\text{m}$ サイズの円柱状 LCE 微粒子を作製し、レーザー照射による形状変化を実現した。局所的な温度上昇を円柱状 LCE 粒子中に生じさせるために、金ナノ結晶に効率的な二光子吸収が生じる波長 1064 nm の集光赤外線レーザーを利用した。円柱軸とは異なる方向にレーザー光線を走査すると微粒子は走査方向に曲がり、さらに、この形状変化は数か月長期にわたって持続した。通常の LCE の熱変形は可逆的であるが、これは重合時の形状を高分子網が記憶しているからである。すなわち、本論文の不可逆的な変形は、レーザー走査によって局所的な高温領域が移動していくことにより、メソゲン基の配向のみならず元の形状を記憶している高分子網構造の再構成が起きたために生じたものである。

（図 4、文献 28）

LCE の伸縮は液晶基の配向秩序が高いほど大きな形状変化を示す傾向があるため、人工筋肉等を目指し大きなモノドメインフィルムを用いる研究がさかに行われてきた。本研究のような LCE 微粒子の形状制御技術は、LCE の MEMS 等への応用を加速すると思われる。（中山 敬三）



集光レーザー走査パターンと生じる変形結果