

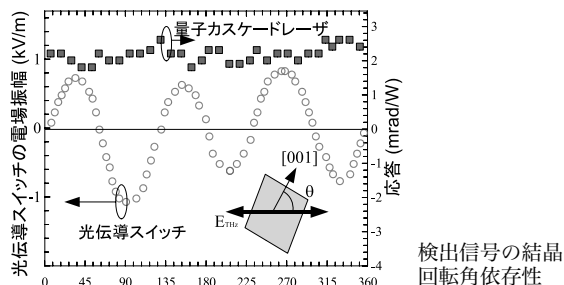
### 量子カスケードレーザーからのテラヘルツ放射の熱光学的検出

Thermo-Optic Detection of Terahertz Radiation from a Quantum Cascade Laser

[A. Kolck, M. Amanti, M. Fischer, M. Beck, J. Faist and J. Lloyd-Hughes: Appl. Phys. Lett., 97, No. 25 (2010) 251103]

従来のテラヘルツ時間領域分光法では、短パルスレーザー光を光伝導スイッチなどに照射し、テラヘルツ波を発生させ、これと同期したパルスレーザー光をゲート光として時間遅延を与えながら、電気光学結晶あるいは検出用の光伝導スイッチに照射して時間領域の振幅波形を得る。本論文において、著者は電気光学結晶を用いて、ゲート光と非同期の量子カスケードレーザーからのテラヘルツ波検出を試みた。通常の電気光学的検出では、テラヘルツ波の電場振幅によって生じた位相変化をゲート光の偏光成分変化として読み出すので、結晶を回転させると信号強度が周期的に変化する。しかし非同期の光源を用いた実験ではそれに反して、結晶の回転角度に依存しない信号が得られた。さらに、検出された信号強度と量子カスケードレーザーの電流特性の関係が焦電式ディテクターの特徴とよく一致していることから、著者は、電気光学結晶がテラヘルツ波を吸収し発生した熱によって複屈折が生じ、信号が得られたと考えている。(図3, 文献20)

本論文による熱光学的検出方法はテラヘルツ波を検出する新たな手法として興味深い。今後の研究により詳細な原理の解明と材料の最適化による検出感度の向上に期待したい。(田中 優紀)



検出信号の結晶回転角依存性

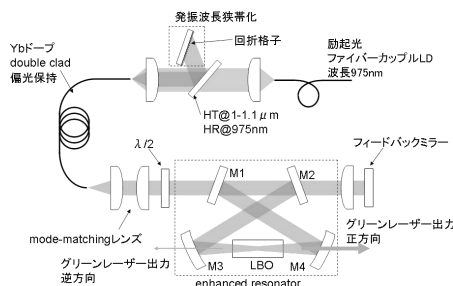
### 発振器内部共振器による連続波発振ファイバーレーザーの二倍波発生

Internal Resonantly Enhanced Frequency Doubling of Continuous-Wave Fiber Lasers

[R. Cieslak and W. A. Clarkson: Opt. Lett., 36, No. 10 (2011) 1896-1898]

高出力のグリーンレーザーは、近赤外レーザーの二倍波発生で発生可能である。連続波発振の場合、変換効率を高めるために、固体レーザーの内部波長変換や、外部共振器による波長変換が実施される。前者は媒質の熱歪みなどにより高出力化が困難であり、後者は温度変動や機械振動に対してレーザーの発振モードと外部共振器のモードを合わせるため、精密な制御が必要であるという課題があった。一方、ファイバーレーザーは熱影響が小さく、パワースケールビリティが高いが、内部波長変換ではロスが大きくなり、連続波の波長変換で高出力のレーザーを発生することができなかった。著者は、ファイバーレーザーを用いた発振器内部に波長変換のための共振器を導入する方式により、安定な連続波発振グリーンレーザーを発生することに成功した。発振器内部に設けた共振器の共振条件により、自動的に発振モードが選択される。偏光保持 Yb ドープファイバーと LBO 結晶を用いて、励起 LD (波長 975 nm) の吸収出力 90 W に対して、グリーンレーザー (波長 540 nm) 出力 19 W を得た。(図5, 文献7)

力連続波発振波長変換レーザーの提案である。温度変動や機械振動に対して波長変換用共振器の共振条件に発振モードを合わせるための共振器長の制御なしに安定な出力が可能であることから、構造が比較的簡単である。100 W を超える出力、微細加工など、工業用途への展開を期待する。(桂 智毅)



発振器内共振器による連続波発振ファイバーレーザーの二倍波レーザーの構成

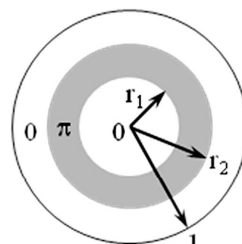
### 位相マスクを用いた非冷却熱放射カメラのリアルタイム深度拡大

Real-Time Increase in Depth of Field of an Uncooled Thermal Camera Using Several Phase-Mask Technologies

[F. Diaz, M. Lee, X. Rejeunier, G. Lehoucq, F. Goudail, B. Loiseaux, S. Bansropun, J. Rollin, E. Debes and P. Mils: Opt. Lett., 36, No. 3 (2011) 418-420]

物体距離による点像分布関数の変化を抑制する位相マスクを撮像光学系に適用し、得られた画像をデジタル処理で回復することにより、撮像光学系の被写界深度を拡大する研究が進められている。一方で、遠赤外線領域を対象とする撮像光学系では、1.5以下の明るいF値が要求されるが、F値を小さくすることにより被写界深度が制限され、撮影可能な領域が限定されるという課題があった。筆者らは遠赤外線撮像光学系に対して位相マスクを適用し、ウィナーフィルターを用いたデコンボリューション処理を行うことによって、リアルタイムでの被写界深度拡大を提案している。従来、遠赤外線用センサーで発生するノイズが画像回復の妨げとなっていたが、物体と回復画像との二乗平均誤差に基づいて、バイナリーマスク上の位相分布を最適化することにより、ノイズを抑制しつつ、3倍の被写界深度拡大を実現した。論文中では、実際に Ge 基板、GaAs 基盤上にバイナリー位相マスクを作成して撮像光学系に組み込み、非冷却センサーを用いた場合であってもリアルタイムでの画像取得が可能であることを確認している。

(図4, 文献8)  
遠赤外線用の撮像光学系は、原理的にF値を小さくする必要があるため、フォーカスレスかつ比較的計算負荷の小さい画像処理で検出領域を拡大できる本手法は、遠赤外線用光学系のセンシング分野への適用拡大につながる提案であり興味深い。筆者の今後の動向に注目したい。(生野 恵子)



深度拡大用位相マスクの位相分布

## 色補正改善のための拡張統合 Multi-Scale Retinex を用いた色相保存

Hue Preservation Using Enhanced Integrated Multi-Scale Retinex for Improved Color Correction

[W. J. Kyung, T. H. Lee, C. H. Lee and Y. H. Ha: J. Imaging Sci. Technol., 55, No. 1 (2011) 010504]

デジタルカメラでシーンを撮影する際に、ほとんどのデジタルカメラのセンサーはシーンの高輝度領域と低輝度領域のどちらに対しても限られたダイナミックレンジしか有しておらず、ハイライトクリッピング、そして/または露出不足がしばしば生じる。人間の視覚系は順応機能によって実シーンの明暗を同時に見分けることが可能なため、デジタルカメラにて取得したシーン画像と人間の知覚との間には大きな隔たりが生じる。それゆえ取得画像に対しトーンマネジメントが必要となる。そこで本論文では、sRGB 画像を入力画像とし、統合マルチスケールレチネックス手法を CIE  $L^*a^*b^*$  空間において  $L^*$  値のみ適用することで、色相を保持しつつトーンマッピングを行った。この処理は不自然な彩度不足を引き起こすので、sRGB 色域

境界に関して輝度変化に従って彩度の比率を維持する、簡単な彩度補正を行うことで、最終的に sRGB フォーマットの出力画像を得る。実験では 6 枚の画像を用いて提案手法によるトーンマッピングを行った。画像中の明暗どちらの領域においても視認性が向上し、また平均色相角差を算出して定量的に評価した結果、従来手法に比べ色の再現性が改善されたことが明らかとなった。また従来手法に比べ、自然な見えを実現していることが主観評価実験により実証された。(図 15, 表 2, 文献 11)

近年ハイダイナミックレンジ画像が注目を集めており、トーンマネジメントの必要性がますます高まると予想される。今後の進展に期待したい。(西 省吾)

## 印刷成膜可能な液晶エマルジョンにおけるバンド端およびランダムレーザー発振

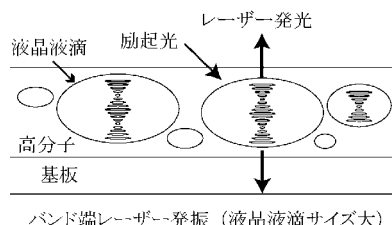
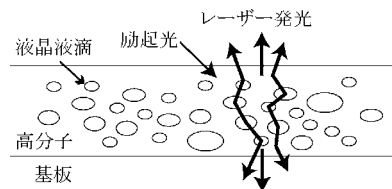
Band-Edge and Random Lasing in Paintable Liquid Crystal Emulsions

[P. J. W. Hands, D. J. Gardiner, S. M. Morris, C. Mowatt, T. D. Wilkinson and H. J. Coles: Appl. Phys. Lett., 98, No. 14 (2011) 141102]

カイラルネマチック液晶分子が示す螺旋構造をレーザー共振器として利用する研究が盛んに行われている。本論文では、印刷技術を用いて成膜したフィルムでのレーザー発振機構を報告している。フィルム作製に用いる液晶エマルジョンは、色素添加カイラルネマチック液晶をポリビニルアルコール水溶液に混合し乳化させ作製した。その後、ガラス基板に液晶エマルジョンを塗布し、乾燥させ、厚さ 30  $\mu\text{m}$  のフィルムを得た。混合溶液の乳化時の混合速度すなわち攪拌機の回転速度が、フィルム中に分散する液晶液滴サイズを制御するための主要なパラメーターであることが指摘されている。回転速度が 1000 rpm では液滴のサイズは 2  $\mu\text{m}$  以下と小さく、100 rpm では 10~20  $\mu\text{m}$  と大きい液滴が得られた。小さい液滴のフィルムでは、液晶は螺旋構造を示さず、屈折率の異なる高分子と液晶小滴で構成される散乱体として機能し、ランダムレーザー発振が得られた。大きい液滴では、液晶の螺旋軸が基板に垂直な構造となり、バンド端レーザー発振が観測された。(図 3, 文献 14)

これまでも液晶をレーザーディスプレイの光源に応用する研究は行われており、またランダムレーザーによるスペckルノイズ抑制法

もあることから、本論文により液晶を用いたレーザー光源への期待がさらに高まるであろう。(中山 敬三)



液晶液滴サイズが異なる 2 種類のフィルムでのレーザー発振機構

## 偏光回折格子を用いた円偏光二色性計測法

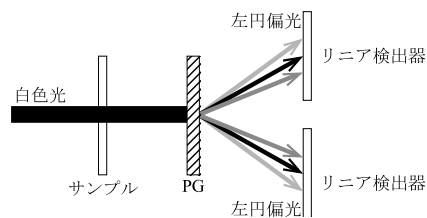
Method for Artifact-Free Circular Dichroism Measurements Based on Polarization Grating

[C. Provenzano, P. Pagliusi, A. Mazzulla and G. Cipparone: Opt. Lett., 35, No. 11 (2010) 1822-1824]

生物分野における DNA やカイラル物質の構造を決定するために、円偏光二色性 (CD スペクトル) を測定する手法が古くから用いられており、CD スペクトル計測法の開発もさかんである。最近、土一次の回折光に左右円偏光が独自に現れるという回折格子 (PG: polarization grating) を用いた CD スペクトル計測法の報告があった。著者らは、光源に無偏光の白色光を用いて、サンプル透過後に PG で円偏光分光を行い、2 台のリニア検出器を用いて土一次光の光強度をそれぞれ同時に検出している。解析では、ストークスペクトルを用いて各回折光を定義し、さらに、サンプルのミューラー行列をテイラー展開にて近似することで解析を簡略化している。本手法の特徴は、土一次光のデータを同時に取得できることであり、本論文で左右円偏光を同時に計測できることが解析的に示されている。(図 1, 文献 19)

測定系を簡易に構築できることや、機構部品等がないことから応用が容易であるという点で、有用な CD スペクトル測定システムであると考えられる。また、同時計測していることから、動的物体に対する計測にも有用である。しかしながら、円偏光二色性の計測は高精度が

要求されることから、応用には PG の回折効率の精度が問題になると考えられる。(水谷 康弘)



偏光回折格子を用いた CD スペクトル測定システム