

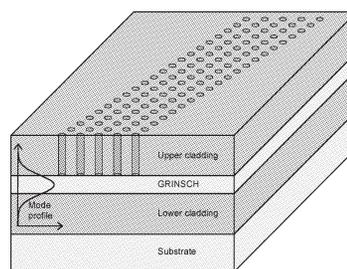
フォトニック結晶分布帰還型レーザーの時間的空間的単一モード発振

Spectral and Spatial Single Mode Emission from a Photonic Crystal Distributed Feedback Laser

[H. Hofmann, H. Scherer, S. Deubert, M. Kamp and A. Forchel: Appl. Phys. Lett., 90, No. 12 (2007) 121135]

これまで縦横とも単一モードで高出力な半導体レーザーを実現する方法がいくつも研究されており、グレーティングを劈開面に対して斜めに設けた α -DFB レーザーもそのひとつである。本論文では、通常のDFB レーザーと α -DFB レーザーの特徴を併せもつフォトニック結晶分布帰還型レーザーが報告されている。コンタクト層まで成長させたInGaAs量子井戸導波路にフォトニック結晶構造を形成することで結晶再成長不要なシンプルな作製プロセスを採用している。デバイス長1 mm, ストライプ幅100 μ m, フォトニック結晶傾斜角20度のレーザーを作製しパルス駆動で測定したところ、発振波長は約980 nmで50 dBという高いサイドモード抑圧比の単一縦モード発振が得られた。横モードについても水平方向ビーム広がり角が0.36度と非常に狭くなっており、縦横とも良好な単一モード発振が得られている。しかし出力パワーに関しては結合係数が最適値よりかなり低くなったため、スロープ効率が悪く、注入電流3.7 Aのとき最大出力は140 mWにとどまっている。(図4, 文献12)

本論文では高出力で縦横とも単一モード発振を実現できる可能性をもつフォトニック結晶分布帰還型レーザーを作製し、高いサイドモード抑圧比と狭い水平方向ビーム広がり角を実現した。今後は構造の最適化による出力特性の改善を期待したい。(上向井正裕)



フォトニック結晶分布帰還型レーザー

小動物を対象にした蛍光色素の多波長光音響イメージング

Multispectral Photoacoustic Imaging of Fluorochromes in Small Animals

[D. Razansky, C. Vinegoni and V. Ntziachristos: Opt. Lett., 32, No. 19 (2007) 2891-2893]

生体内の吸収分布を無侵襲に測定する手法のひとつとして、光音響効果を用いたイメージングに注目が集まっている。この計測法は、断続光を生体表面に照射して体内に光伝搬させ、内部吸収により誘発された音波を外部の超音波トランスデューサーで検波して断層画像化するものである。著者らは、マウスの膝関節の約5 mm下に近赤外蛍光剤を注入し、光パラメトリック発生器で生成した750, 770, 790 nmのパルス光(パルス幅20 ns以下, 繰り返し周波数20 Hz)を用いて3波長による光音響画像を取得した。光音響信号の検出には円柱状焦点の広帯域超音波トランスデューサー(中心波長3.7 MHz)を利用し、測定対象であるマウスを回転ステージに載せて、2度ステップで360度回転させて信号を取得している。なお、二次元画像の収集に必要な測定時間は5分である。断層画像の再構成演算にはfiltered backprojection法を用い、生体内の光吸収については有限要素法による光拡散計算による補正を行っている。

体内在の吸収により深部に注入した蛍光色素を可視化することができないが、蛍光色素の吸収ピーク波長である750 nmと吸収の裾野である790 nmの差画像を取ることで、同蛍光色素分布を描写することが可能となった。さらに、測定した3波長の画像間でスペクトル演算処理を施すことで同分布を明瞭に抽出することが可能となり、その位置は組織解剖により得られた結果と一致することを示している。(図2, 文献11)

本報告は、生体透過性の高い近赤外領域の光を用いるとともに、光音響造影剤として市販蛍光剤を利用して、実マウスのin vivo観察を実施した点で興味深い。マルチチャネルトランスデューサーや高繰り返しパルスレーザーなどを使用することで、さらなる感度向上・測定時間短縮を目指すことは可能であろう。マウス腹部をターゲットにした深部観察が可能となれば、大きな応用展開が期待される手法となる。(小田 一郎)

単一波長の照射で得られた光音響画像では、ヘモグロビンなどの生

スペクトル順応

Spectral Adaptation

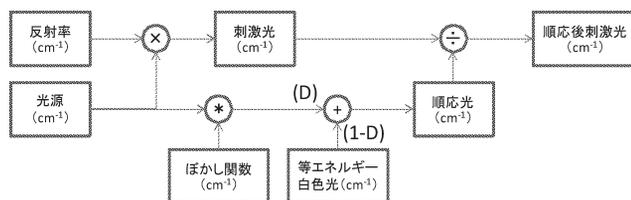
[M. D. Fairchild: Col. Res. Appl., 32, No. 2 (2007) 100-112]

人間の視覚系は照明光の色に対して順応することで、照明光の色がさまざまに変化したとしても、反射表面の色の見えを恒常的に知覚することができる。既往研究ではVon Kriesのモデルに代表されるように、錐体での三刺激値を用いて色順応の状態を記述し、その順応状態における反射表面の色の見えを記述するモデルがいくつか提案されている。それに対して本論文では色順応の状態を照明光のスペクトルで表現し、図に示される新しい色の見えのモデルを提案している。図において眼に入る刺激光は表面の分光反射率と照明光スペクトルの積で与えられる。照明色への順応状態の記述は、照明光スペクトルにガウス関数を畳み込むことで与えられる。眼に入る刺激光を順応光で除したものが、色順応後の反射表面の色の見えに対応する。新しいモデルにおける色の見えの推定精度を検証するために、被験者実験を行い既存のモデルと比較したところ、推定精度に大きな差はみられない結果が示された。(図14, 表4, 文献14)

本論文における結果からはスペクトル順応モデルの優位性は示され

ていないが、新たなモデルの導入により視覚系メカニズムの解明に貢献すると期待される。また分光強度分布まで考慮したカラーマネージメントシステムへの応用など、今後の展開が興味深い。

(山口 秀樹)



スペクトル順応モデルのフローチャート

マルチスペクトルカメラにより撮像された物体の分光反射率の復元

Recovery of Spectral Reflectances of Objects Being Imaged by Multispectral Cameras
[N. Shimano, K. Terai and M. Hironaga: J. Opt. Soc. Am. A, 24, No. 10 (2007) 3211-3219]

カメラ出力から分光反射率を復元するために、これまでいくつかのモデルが提案された。一般に、分光反射率を復元するためにはいくつかの分光情報が事前知識として必要であるが、実用的な観点から、対象物の分光反射率を事前知識なしに復元することが望ましい。本論文では、マルチスペクトルカメラにて撮像された物体の分光反射率をいくつかの異なる復元モデルを用いることで復元し、それらの性能を比較している。復元モデルとしてウィーナー推定、擬似逆変換モデル、有限次元線形モデル、Imai-Bernsモデル、そしてShi-Healeyモデルの5つを対象とした。特にウィーナー推定には、著者が過去に提案した画像取得システムのノイズ分散推定法と組み合わせたモデルを使用した。実験では、復元すべきテストサンプルと、各モデルが復元のために必要とする学習サンプルをいくつかの標準的なカラーサンプルから作成した。実験結果より、テストサンプルと学習サンプルが異なる場合、すなわち最も実際の復元事例に近い場合に、ノイズ分散を推定したウィーナー推定法が他のモデルと比較して優れていることがわ

かった。一方で、有限次元線形モデルは画像取得システム中にノイズが存在すると復元性能が低下した。またShi-Healeyモデルはテストサンプルと学習サンプルが同じであるときは復元性能に優れているが、サンプルが異なったり、学習サンプルが少ない場合は復元性能が劣った。擬似逆変換モデルとImai-Bernsモデルは復元性能がほとんど同じであり、どちらのモデルもセンサーの分光感度や光源の分光分布などの事前知識を必要とせずに復元を行える利点がある。(図6, 表6, 文献40)

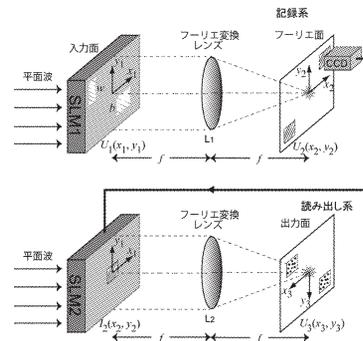
本論文では、ウィーナー推定に必要な画像取得システムのノイズ分散を、高精度で推定できることを実証し、その効果を示した点が大変興味深い。さらなる発展が期待される。(西 省吾)

NP 完全問題のための光学的手法

Optical Solution for Bounded NP-Complete Problems
[N. T. Shaked, S. Messika, S. Dolev and J. Rosen: Appl. Opt., 46, No. 5 (2007) 711-724]

NP完全問題とは、現状において電子計算機を用いた効率的(多項式時間内で求められる)なアルゴリズムが発見されていない問題の一種である。また、NP完全問題のうちの1つに多項式時間アルゴリズムが発見されれば、他のNP完全問題の解法も存在することがわかっていく。本論文では、NP完全問題の典型例である巡回セールスマン問題のための新規の光学的手法を提案している。巡回セールスマン問題では、各ノード間の距離が入力として表される。提案手法において、各距離情報が列ベクトルとして与えられる。また、ネットワーク間の可能な全経路情報は二次元の行列で表される。これらの距離情報を表す列ベクトルを補正した値と経路情報行列が、同一の空間光変調器上に画素値として反映され、光学処理される。図に示すように、結合変換相関の結果、結合情報と距離の積和演算の結果が得られる。出力面のピーク位置から、最も総距離の短い経路を導出することができる。実験結果により、都市数5の例題に対して正しい解が得られることを確認している。(図13, 文献15)

提案手法は、問題が大きくなればなるほど、膨大な画素数を有する空間光変調器が必要である。しかし、基本的な光学処理でNP完全問題を扱えることを示すものであり、興味深いものであると考えられる。(仁田 功一)



結合変換相関に基づく光学処理システム

長焦点距離のパノラマ環状レンズの設計

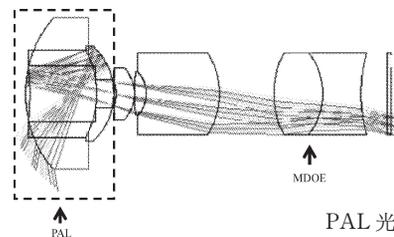
Design of a Panoramic Annular Lens with a Long Focal Length
[S. Niu, J. Bai, X. Hou and G. Yang: Appl. Opt., 46, No. 32 (2007) 7850-7857]

パノラマ環状レンズ (PAL) は1回の撮影で周囲360度のパノラマ映像を撮影可能であり、従来のように回転機構をもつレンズで複数回撮影した画像をつなぎ合わせる必要がない。また、プロジェクターの投影レンズとして用いられれば、円筒状のスクリーン360度に映像を写すことが可能である。

本論文は比較的長い焦点距離をもつ光学系に対し、ガラス製球面レンズを貼り合わせたPALを使用したことと、リレー光学系に異なる材質のくさび型回折構造を向かい合わせた構造(MDOE)を用いたことが特徴的である。光線はPAL内で2回反射し、貼り合わせ面を3回通る。貼り合わせ面は負のパワーをもつように硝材を選んでおり、ペッツパル和を小さくする効果がある。一方、くさび型回折構造に関しては回折効率の波長依存性を低減するために、異なる分散をもつ硝材を重ねており、0.48~0.66 μmの領域で回折効率99.3%以上である。回折効率は画角にも依存するはずであるが、本論文内に記載はない。設計は7枚構成であり、比較のためにMDOEをもたない同程

度の性能、全長をもつ全面球面レンズを設計した場合12枚必要であった。MDOEの複雑な構造を除けばリレー光学系の構成が大変複雑になるので、本設計のほうがよいと結論付けている。(図14, 文献13)

PALに貼り合せレンズ、MDOEを応用し設計性能を追及したので、試作した結果に関しても興味がある。また、今後はひとつのトレンドである小型化に向けた設計検討が期待される。(野口 一能)



PAL 光学系の構造