

カナブンがレーザー発振する！？

次世代ディスプレイを指向したコレステリック液晶レーザーの開発

新規な高効率発光色素を用いた低閾値コレステリックレーザーの開発
フレキシブル有機レーザーディスプレイを目指して

東工大院理工 内村 真、渡辺 陽、○小西玄一、渡辺順次、竹添秀男
(Tel: 03-5734-2321) (2Pe119)

カナブン（金蚊）は、一般的にはコウチュウ目コガネムシ科全般、特に全身に金属光沢を有するものの俗称である。（**図1**）この金属光沢は、**コレステリック液晶**という場が作り出す、**らせん構造**による光の回折、干渉、屈折、散乱による発色に起因している。もう少し詳しく説明すると、カナブンを、円偏光子を通して観察すると、右円偏光子では光輝き、左円偏光子では、輝きがなくなる。この結果は、カナブンの光沢が**光学活性ならせん構造**によって生み出される円偏光の**選択反射**であることを示している。生体を構成する、タンパク質、キチン質、セルロースなどは、コレステリック液晶を形成する能力があり、カナブンはそれらを凝集固定した美しい**液晶**なのである。



図1 カナブン

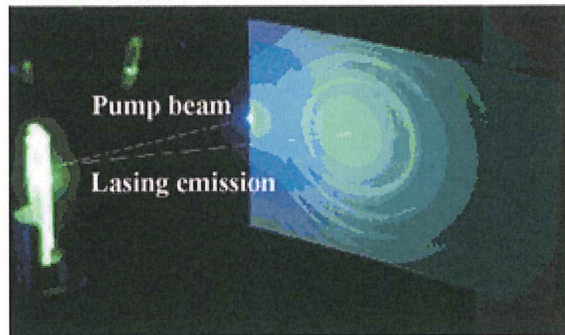


図2 コレステリック液晶レーザー

さて、カナブンのように、光学波長程度（可視光の波長である 400~800 nm 程度）の周期を持つらせん構造は、光を選択反射することができる。このコレステリックらせん構造中に**レーザー色素**を導入し、発光させると、その発光波長域に選択反射が重なっている場合は、**光の閉じ込め**とそれによる**増幅**が起こり、反射帯のエッジで**レーザー発振する**（分布帰還型レーザー）。（**図2**、**図3**）

カナブンはレーザー発振する！

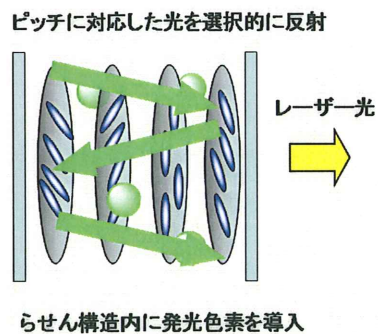


図3 コレステリック液晶レーザー

さて、カナブンに学んだ**液晶レーザー**は、無機物にはないその優れた加工性から、波長可変、超小型、そしてフレキシブルな面発光レーザーデバイスを容易に作製できる。このようなレーザーの開発は、優れた色彩を表現できる究極のディスプレイ開発の鍵である。しかし、実用化への最大の難関は、レーザー発振の低閾値化である。その中でも、発光色素の開発が遅れていた。本研究では、**コレステリック液晶レーザーに適した超高効率発光色素の分子設計とそのレーザー発振性能の評価を行い、従来の20分の1の閾値でのレーザー発振に成功した。**

具体的には、ピレンやアントラセンの π 共役系を拡張し、さらに液晶マトリックスと相溶性の高めた新規な色素を合成した。(図4) レーザー発振の閾値は、アントラセン系では180 nJ/pulse、ピレン系では23 nJ/pulseであり、ピレン系色素は、従来レーザー色素として用いられていたDCMの1/20以下である。(図5, 6) また研究グループでは、色素を系統的に合成し、レーザー発振特性を比較検討することにより、色素の持つ発光量子効率、蛍光寿命、吸光度、液晶中での配向性などの因子と低閾値化の関係を明らかにし、今後の発光色素の設計指針をつくった。

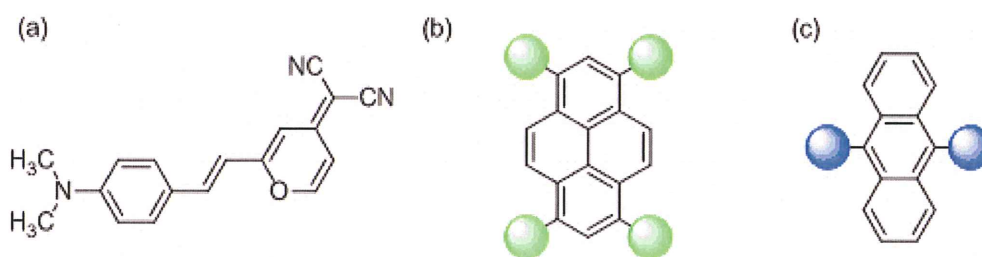


図4 発光色素 (a)DCM、(b)ピレン誘導体、(c)アントラセン誘導体

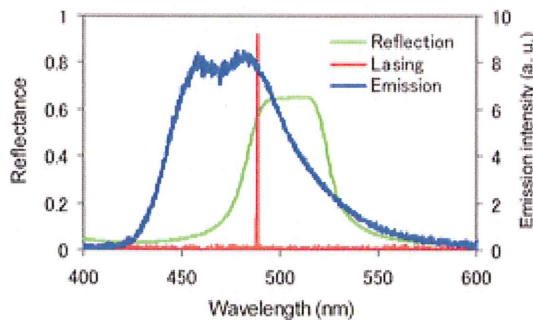


図5 レーザー発振

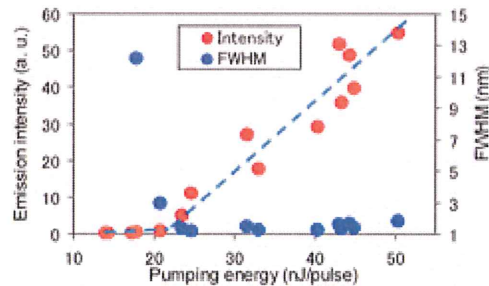


図6 閾値 (23 nJ/pulse)

今回、コレステリック液晶に閉じ込める発光色素を設計することにより、これまでになかった低閾値のレーザー発振を実現できた。しかし、**実用的なパルスまたは連続発振には、もう一桁の閾値低下が必要である。**研究グループでは、色素の開発以外にも、低閾値化に寄与する様々な技術を提唱しており、また発光波長のチューニングにも成功している。今後、これらの技術を複合化することにより、近い将来、コレステリック液晶レーザーが、実用化できるものと考えている。

本研究は、科学技術振興機構(JST)戦略的イノベーション創出推進事業(S-イノベ)「高分子ナノ配向制御による新規デバイス技術の開発」により行われたものです。

<適用分野>有機レーザー、面発光レーザー、ディスプレイ、高速通信、照明、など