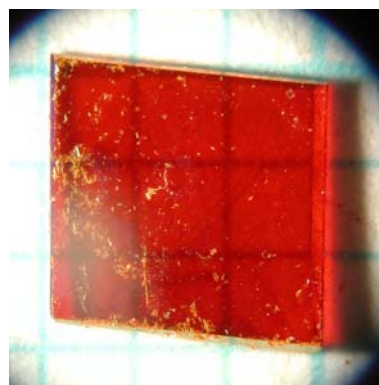


ディビジョン番号	16
ディビジョン名	有機結晶

大項目	4. 材料
中項目	—
小項目	4-0-4. 非線形光学材料

概要（200字以内）

非線形光学有機材料のうち波長変換素子としては、非中心対称構造を持つ結晶が主に検討されてきた。現在実用的レベルにまで検討が進んでいる例として、和周波発生による光サンプリング用の AANP、差周波発生によるテラヘルツ波発生や電界センサー用の DAST などがある。今後は、これら当面の要求を満たす結晶の高品質・大型化技術の改良や得られた結晶の普及、現状の性能を桁上げできるような化合物の探索が課題である。



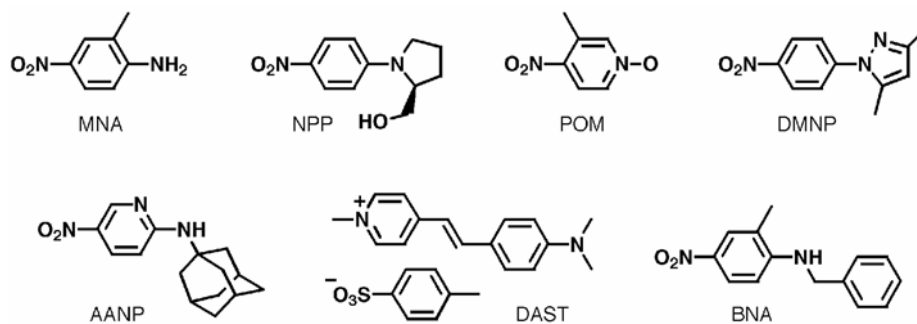
テラヘルツ波発生素子や電界センサーとして期待される DAST 結晶

現状と最前線

共役系を有する有機化合物の非線形光学特性が、それまでに用いられてきた無機材料に比べて優れていることが指摘され、1980年代より非線形光学有機材料の研究が盛んに行われてきた。2次非線形光学材料の形態として、電気光学(EO)素子は主として薄膜化やそのパターンニングによる導波路の形成が容易な電場配向ポリマー材料が、波長変換素子としては主として非中心対称構造を有する結晶材料が検討されてきた。初期には主に *p*-ニトロアニリン誘導体である MNA、NPP や、POM などが見出され、NPP と POM については単結晶が作製されている。1990年前後には、波長変換素子のターゲットは半導体レーザーの第二高調波発生(SHG)による短波長化となり、可能であれば可視域に吸収が無いような結晶が求められていた。DMNP などの有望な結晶材料が見出され、コアファイバー型波長変換素子などの検討がなされたが、高出力レーザーの連続照射による材料劣化などの問題が十分に解決できず、同時に半導体レーザー自身の短波長化も進んだことから、この目的のための有機結晶の実用化はなされなかった。一方、有機分子の第一分子超分極率( $\beta$ )は、共役系の拡張と置換基の電子供与性・吸引性の増大によって大きくすることができるが、それらの分子では一般に吸収の長波長化も伴うため、半導体レーザーの SHG 素子という観点からは利用できなかった。しかしながら、その後非線形光学材料の用途も広がりを見せ、吸収波長に関わらず、いくつかの化合物については実用的なレベルにまで検討が進んでいる。

光通信波長(1.5 $\mu\text{m}$ または1.3 $\mu\text{m}$ 帯)の周期的な高周波信号波形を計測するためには、通常のアシロスコープはそのまま用いることができず、信号光とは少しずれた周波数のサンプリングパルス光を、信号光の周期とは少しだけずれた繰り返し周期で照射し、その時に発生する和周波発生(SFG)光を測定することで、波形を時間軸で引き伸ばした形で読みとる光サンプリング法が用いられる。このためのSFG材料として、AANP単結晶が開発された。この結晶ではTypeII位相整合を利用することでS/N比の向上を図っている。SHG, SFGとも入力光より出力光の方がエネルギーが高い電磁波が得られる非線形光学効果であるが、一方では、入力光より出力光の方がエネルギーが低くなる差周波発生(DFG)も有用である。DAST結晶(図参照)はDFGによる高帯域(0.3~30 THz)・高出力のテラヘルツ波発生が可能で、コンパクトなコヒーレントテラヘルツ波光源のために、その結晶の性能向上の研究が進められている。テラヘルツ波はフェムト秒パルスの照射による光整流によって、高帯域のスペクトル幅を持つパルスをして発生させることもできる。発生するテラヘルツ波が結晶自身の吸収によって減衰する領域があるために、同形結晶を与える誘導体の結晶やそれらの混晶も作製されている。また、DASTの大きなEO定数を利用した高周波にも対応可能な電界センサーとしての応用も考えられている。MNAの誘導体であるBNAもテラヘルツ波発生用の結晶としての検討が行われている。

3次非線形光学材料としてはポリジアセチレン結晶など挙げられるが、高速スイッチング素子としての具体的な応用の仕方は定まっていない。



#### 将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

当面の要求を満たす結晶の高品質・大型化技術の確立と普及、現状を桁上げできるような化合物の探索

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

極性分子の非中心対称結晶構造形成のためのクリスタルエンジニアリング

#### キーワード

波長変換・光サンプリング・テラヘルツ波発生・電界センサー

(執筆者： 岡田 修司 )