

有機・タンパク質の大型高品質結晶育成技術の開発

工学研究科電気工学専攻佐々木研究室

[はじめに]

近年、光デバイス技術が進展する中で、無機材料よりもはるかに大きな非線形性を有する有機非線形光学材料が注目されている。我々はその中でも特に優れた材料特性を有する 4-dimethylamino-N-methyl-4-stilbazolium tosylate (DAST)(図 1)に着目し、研究を行っている。DAST はイオン性の結晶であり、有機材料としては比較的硬度が大きく、その大きな非線形性や 電子に起因する高速応答が可能なことから、電界センサやテラヘルツ電磁波発生・検出素子などへの応用が期待されている。しかしながら、高品質結晶の育成と結晶加工が困難なことから現在のところデバイス実現には至っていない。そこで我々は、高品質結晶育成技術の開発、およびデバイス評価を行い、DAST の次世代光学デバイスへの可能性を検討している。

一方、生命科学分野においては、ヒトゲノムプロジェクトが終了し、タンパク質研究を代表とするポストゲノム時代に突入した。タンパク質分子の立体構造を解き明かす研究は、病気の治療や創薬に直結すると言われ、主に単結晶を用いた X 線結晶構造解析により決定される。しかしながら、タンパク質結晶の育成は非常に難しく、X 線構造解析に適する大きさや形状の単結晶が得られにくい。そのため、大型高品質タンパク質結晶の新しい育成技術開発が必要である。

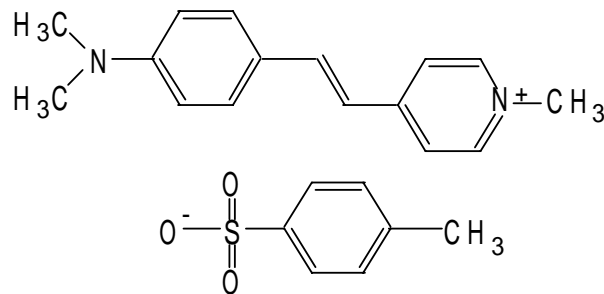


図 1 DAST の分子構造

[有機非線形光学結晶 DAST の高品質化技術]

例えば、集積回路などの故障診断を行う電界センサ応用には、数ミリ角の小型結晶が求められている。そのため、我々は一度に複数の小型結晶が得られる自然核成長法に着目した。しかしながら、この方法では結晶表面が育成容器の底に接触した状態で成長するため、付着した面の結晶品質が低下する。また、成長位置を制御できないため、多結晶化しやすい。そこで溝の付いたテフロン斜面を用いた育成法 (Slope Nucleation Method: SNM) を開発した。この方法では、結晶の成長位置を溝部分に固定し、かつ平板結晶が立った状態、つまり DAST 結晶の最も大きな面である(001)面が非接触な状態で成長する。さらに、DAST 原料の高純度化や育成プログラムの最適化による成長制御を行ったところ、DAST (001)面の X 線回折ロックアップカーブ半値幅 (各 5 サンプル測定) が、従来法 (斜面なし) で育成した結晶は 50 ~ 130 秒であったのに対し、SNM で育成した結晶は 13 ~ 33 秒と値が小さくなった。これは、SNM を用いることで結晶性が向上していることを示しており、SNM が高品質 DAST 結晶の作製に有効であることが分かった。

一方、DAST 結晶の形状を制御できれば、加工量を最小限に抑えられ、デバイス実現への障壁が低くなる。そこで、SNM において溶液濃度が結晶形状にどのような影響を与えるのかを調べた。15~40 g/l の濃度で育成したサンプルについて結晶形状を測定したところ、低い溶液濃度では、結晶のアスペクト比（縦、横の長さ / 厚さ）が大きくなり、薄い形状の結晶が得られ、高い溶液濃度では結晶のアスペクト比が小さくなり、厚い形状の結晶が得られた。この傾向を利用することで、DAST 結晶の形状制御できることが分かった（図 2）

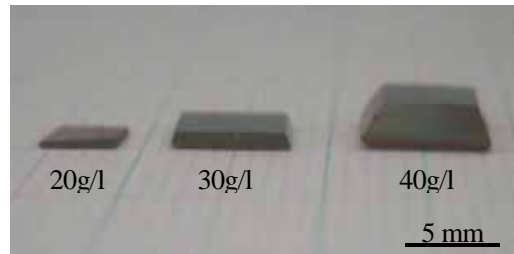


図 2

[タンパク質結晶化プロジェクト：創晶プロジェクト]

「創晶」プロジェクトでは、無機や有機材料などの新機能結晶の開発に携わる研究者とタンパク質研究者との連携により、タンパク質結晶の新しい

育成技術を開発し、大学発ベンチャー起業を目指している。本プロジェクトは、文部科学省の平成 14 年度大学等発ベンチャー創出支援制度（ライフサイエンス分野）に採択され、本格的に始動した。個々の材料に適した革新的な結晶育成技術を開発し、産業界に必要とされる結晶を創製する“創晶工学”を提案している。

新しいタンパク質結晶育成技術として、レーザーを用いた結晶核生成技術や 2 液法による高品質結晶育成技術、溶液攪拌による高速大型高品質結晶の育成技術、全固体紫外レーザー光による結晶加工技術などを開発した。また、産学連携により、タンパク質結晶化ロボット[TASCAL]を開発し、製品化に成功した。

SOSHO Technology

