

# Creation of Photoactive Organic Materials and Their Applications

## フォトニクス用有機材料の創製と デバイスへの応用

プロジェクトリーダー 城田 靖彦

大阪大学 大学院工学研究科 教授

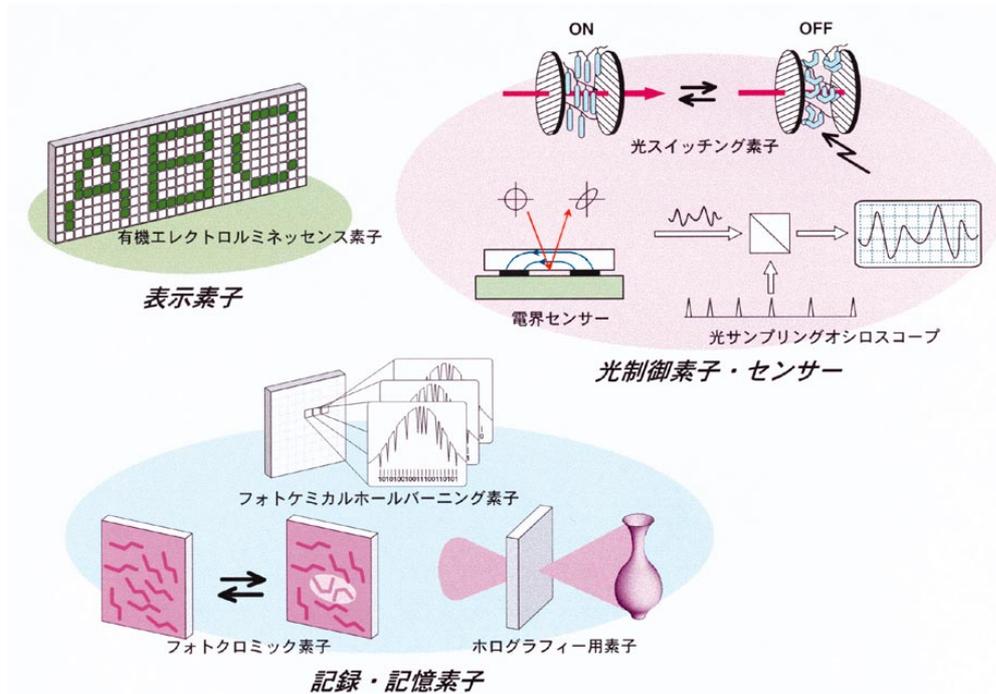


図1. 目標とするフォトニクスデバイス

### 1. 研究の目的

情報化がますます進展すると考えられる21世紀に向けて、多量の情報を高速に処理する技術が求められており、従来のエレクトロニクスでは困難な高速・多重・並列情報処理を達成するためにフォトンの関与する情報処理システム（フォトニクス）の構築が望まれている。

フォトニクスデバイスを開発する上で鍵を握っているのは材料であり、目的とするデバイスに適した材料の設計が必要である。共有結合あるいはイオン結合が無限につながって構成される無機材料に比べて、有機材料は弱い分子間相互作用で特徴づけられ、適切な分子設計により、また、結晶・アモルファス・液晶といった形態制御により、目的とする物性・機能の発現ならびに制御が可能となると考えられる。また、有機材料は、光に対して電子的応答をするために、素子の高速応答性ならびに大きな非線形光学特性を示す。

本研究では、新規なフォトニクス用有機材料を創製し、それらの構造、反応、物性・機能を解明するとともに、有機エレクトロルミネッセンス素子、記録・記憶素子、電界センサー、光サンプリングオシロスコープなど、フォトニクスデバイスへの応用を図る。物質の形態として有機非晶質固体、有機単結晶および液晶に着目し、研究を進める。

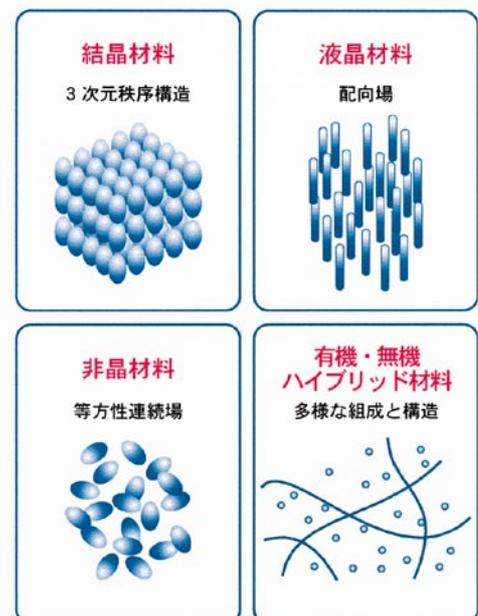


図2. 形態制御

## 2. 研究の内容

### (1) 有機非晶フォトニクス

非晶質固体は、等方性・均質性・透明性・優れた成型加工性などの特徴を有するとともに、ガラス転移現象を利用することにより機能の動的制御が可能であると考えられ、フォトニクス用材料として有望である。一般に、低分子有機化合物は極めて結晶化しやすいが、本プロジェクトメンバーは、「アモルファス分子材料」と名付けた低分子系有機ガラス(分子性ガラス)の創製に関する系統的な研究を世界に先駆けて行っている。本研究では、フォトニクス用アモルファス分子材料(発光材料、電荷輸送材料、フォトクロミック材料など)を創出し、それらの分子特性、ガラス形成能、モルフォロジー変化、分子性ガラスの微視的構造、反応、光・電子物性の解明など、新しい物質系としての分子性ガラスを対象とする新しい学問領域を開拓するとともに、創製したアモルファス分子材料を用いる表示・記録素子(有機エレクトロルミネッセンス(EL)素子、フォトクロミック素子など)の開発を目指す。

### (2) 有機単結晶フォトニクス

大きな非線形光学特性の発現のためには、分子自身が大きな光学的非線形性を有することに加え、分子集合体の構造を制御する必要がある。有機単結晶材料は、分子が三次元配向し、かつその構造が極めて安定であることから、大きな非線形光学特性を発現させるための望ましい形態である。一般に、有機物質は無機物質に比べて構造的異方性が大きく、高品質の大きな単結晶を得ることが困難である。そのため、単結晶育成技術の確立は急務である。本研究では、有機結晶の核発生制御、溶液過飽和度の最適制御等を行い、高品質結晶の育成技術を開発するとともに、光サンプリングオシロスコープ、電界センサー(電気-光サンプリング)のような有機フォトニクス素子の実現を目指す。

### (3) 液晶フォトニクス

液晶は、電場などの外場によって容易に分子配列を自在に制御でき、かつその変化にともなって非常に大きな屈折率変化を誘起できる高機能材料であり、フォトニクス用材料として有望な材料の一つである。すなわち、液晶相-等方相間の光スイッチングおよびリアルタイムホログラムなど「光で光を制御」するプロセスにより、二次元および三次元表示が可能となる。また高分子材料の特徴であるガラス転移現象を活用することにより、熱安定性の高い高解像度二次元記録、ホログラム三次元記録が可能となる。本研究では、液晶相等方相の二状態を可逆的にかつ高い効率で光変換するために、液晶形成回と光応答部位を兼ね備えた新規低分子および高分子系フォトクロミック液晶を設計・合成し、その液晶性、光応答性、非線形光学特性などの基礎物性の評価を行うとともに、表示・記録素子への応用をはかる。さらに、新規液晶材料を用いた全光フォトニクス素子の開発を目指す。

### (4) 有機・無機ハイブリッドフォトニクス

有機成分の無機成分の組成および構造を高度に制御して作製した有機・無機ハイブリッド非晶材料は、新しい材料として興味もたれている。本研究では、ゾルゲル法を用いて、無機マトリックスあるいは有機・無機複合マトリックス中へ希土類錯体あるいは有機色素を分散させることにより、表示素子用高輝度蛍光体や安定した動作特性を示すフォトケミカルホールバーニング素子の開発を目指す。

## 3. 研究の体制等

期 間：1997年7月～2002年3月

構 成：プロジェクトリーダー：城田靖彦(大阪大学大学院工学研究科・教授) コアメンバー：佐々木孝友(大阪大学大学院工学研究科・教授) 池田富樹(東京工業大学資源化学研究所・教授) 研究協力者：8名

実施場所：大阪大学大学院工学研究科(吹田市山田丘2-1) 東京工業大学資源化学研究所(横浜市緑区長津田町4259)



図3. 研究風景

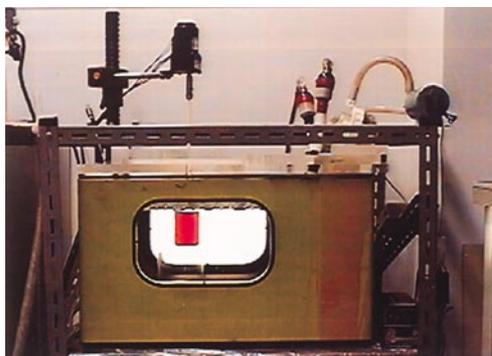


図4. 単結晶育成装置



図5. フォトリフラクティブ効果評価システム