

ディビジョン番号	15
ディビジョン名	コロイド・界面化学

大項目	5. 固体表面・界面
中項目	5-5. マイクロファブリケーション
小項目	5-5-1. 光圧による分子・ナノ粒子微細構造作製

<p>概要（200字以内）</p> <p>集光レーザービームの光放射圧（光圧）を利用すると、液中に分散した分子やナノ粒子を集光位置に捕まえ、非接触・非破壊的に、基板上の任意の場所に配列・固定化できる。光圧は粒子の分極率に比例するため、分極率異方性を利用した配向制御や、分極率の大きなナノ粒子や分子集合体を選択的に基板に配置することも可能であり、ナノサイズであれば金属、半導体、高分子、低分子などほとんどの材料に適用可能であることも特徴である。</p>	
<p>現状と最前線</p> <p>コロイド溶液中にレーザーを集光すると、集光位置に光圧が働き、媒質よりも屈折率の高いコロイド粒子が集光位置に光捕捉される。スキャニングミラーや空間光変調素子を用いて集光位置を変化させ、光捕捉した粒子を3次元的に操る技術は、レーザーマニピュレーションと呼ばれ、広く普及している。しかし、レーザー照射を止めると捕捉していた粒子はブラウン運動により拡散していくため、この技術をマイクロファブリケーションに利用するためには、光捕捉した粒子を基板に固定化する手法が鍵となる。近年、以下に示すような研究成果が見られ、光圧を利用した微細構造作製技術が確立されつつある。</p> <p>1、局所光重合を利用した高分子ナノ粒子の配列構造作製</p> <p>ナノ粒子分散液中に、アクリルアミド系モノマー、架橋剤、光重合開始剤を添加し、光圧で集光位置に捕捉したナノ粒子を基板上の固定化したい場所に近づけると同時に、紫外レーザー光を集光する。この結果、光重合反応により生成したポリアクリルアミド中にナノ粒子が取り込まれ、基板上に固定化される。</p> <p>2、レーザー誘起過渡溶融現象による金ナノ粒子の配列・固定化</p> <p>光捕捉した金ナノ粒子を基板上に近づけ、紫外パルスレーザーを集光すると、金ナノ粒子が基板上に固定化される。パルスレーザー光強度を上げると固定化された金ナノ粒子がフラグメント化することから、パルスレーザーによって金ナノ粒子が過渡的に溶融し、固定化されると</p>	

考えられている。

### 3、溶媒蒸発過程を利用した分子集合構造の作製

基板上に分子溶液を滴下し溶媒を蒸発させると、基板上に結晶や会合体などの分子集合体が析出するが、この溶媒蒸発過程にレーザーを集光することにより、光圧によって集光位置に選択的に分子集合体を析出させることが出来る。析出する集合体のサイズがレーザー強度に依存し、また、集光位置の周囲では析出が抑制されるため、数十ミクロン四方の中の目的の場所にものみ分子集合体を析出させることが出来る。

### 4、DNA粒子凝集体のパターニング

DNA粒子が分散した溶液にレーザーを集光すると、集光位置に捕捉されたDNA粒子が一次元状に凝集し、さらにこの一次元状DNA凝集体を基板上的の任意の場所にパターニングすることが出来る。

任意のパターンを作製するには、レーザーを走査する手法と、基板を走査する手法がある。前者では、レーザーを走査して出来る集光スポットのパターン上に光圧が働き、一度に広い面積にパターニングできるが、精度や分解能は光の回折限界で決まるため、数百ナノメートルとなる。後者では、走査ステージ上にセットした基板の場所を制御して一点ごとの固定化を繰り返すため、複雑な構造の作製には時間を要するが、ステージの位置精度が十分高ければ、加工の精度は集光スポット内での捕捉物体の揺らぎで決まり、通常、数十ナノメートル以下である。

### 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

1、金属ナノ粒子凝集体配列構造からなる表面プラズモンを利用した光学素子や分光素子、表面増強ラマン散乱用分子分析チップの開発

2、タンパク質や有機分子の結晶、会合体、超分子集合体のナノ構造を利用したバイオチップ、分子分析チップの開発。

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

1、有機結晶の超高速非線形光応答性、金属ナノ粒子の表面プラズモン特性、半導体ナノ粒子の励起子量子閉じ込め効果などを動作原理に組み入れた、有機、金属、半導体のハイブリッドナノ構造からなる新規光機能デバイスの実現。

### キーワード

光圧、レーザーマニピュレーション、ナノ粒子、分子集合体、ナノ構造

(執筆者：吉川裕之)