

目的別テーマ：DNA光ファイバーの研究

17年度研究テーマ

15-4-5：海洋生物由来 DNA からの高性能光ファイバーに関する研究

ABSTRACT

DNA is a double helix structure stacked base pairs, and is a macromolecule that interacts with various kinds of chemical components specifically and alternatively. It is well known that the functional dye materials can be intercalated into DNA double strand, whereby the intensity of fluorescence is greatly enhanced. On the other hand, polymer gel is a unique material because they are wet and soft and look like a solid material but are capable of undergoing large deformation. In this study, we fabricated the DNA-Dye complex polymer gel by using plasma method and discussed about photo-function of the gel.

研究目的

DNAは極めて巨大な分子量を有する高分子であり、二重らせん構造を有していて、この二重らせん構造の中に核酸塩基が層状に積み重なっている。また、その核酸塩基間には、光学特性を有する芳香族化合物をインターカレーションさせることができ、アクティブ材料の分子同士が、一定の分子間距離を保つことによって発光強度が増加する。DNAは自身の二重らせん構造内に光機能物質を選択的に相互作用させることにより光学的特性を向上できるがこれまで検討してきたDNA複合材料は固体状態で、その二重らせん構造を完全に維持できないため、十分な三次元的な高次構造を形成できてない。本研究報告では、二重らせん構造を維持したDNA高分子ゲルを合成するため低温プラズマ法を検討し、その新規な光機能性について検討した。

一年間の研究内容と成果

DNA-PMMAハイブリッドゲル材料とその光特性

【実験内容】 プラズマ発生装置に連結した平行電極板間に精製したアクリル系モノマー、DNA、架橋剤を入れたガラスアンプル管を挿入し、アンプル管を真空ポンプにて数回脱気後、液体窒素にて冷却しつつ、アンプル上部に存在するモノマー蒸気を利用して13.56MHzのプラズマを照射し、アンプル管を封管後重合を行った。また、ドーパ材料である蛍光色素はローダミン6Gおよび希土類キレートであるEu-FODを使用した。さら

に、DNA高分子ゲル中に有機発光材料を相互作用させた後、吸収スペクトル・蛍光スペクトルを測定し、DNA高分子ゲルの光機能性について検討を行った。

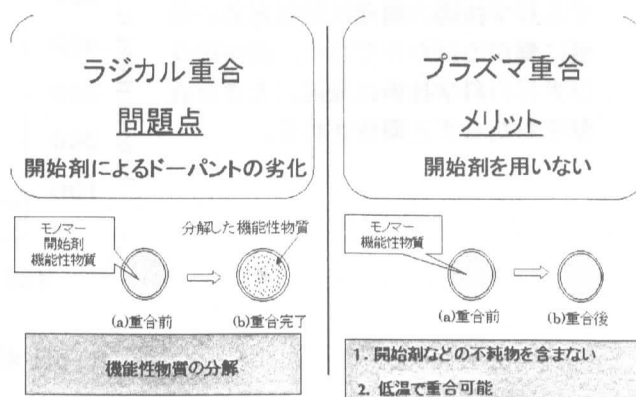


図1 プラズマ重合とラジカル重合の比較

【結果と考察】

一般に高分子材料を合成するためにはラジカル重合法を用いて行われる。しかし、DNA等の生体材料および有機光機能性材料等の熱劣化しやすい化合物を含有する場合、従来使用されているラジカル重合法を用いると重合時の高温加熱、開始剤による分解反応、開始剤等の不純物の混在等、光機能特性を劣化させる欠点があり、光デバイスを開発するための問題点となっている(図1)。

そこで本研究は、この問題点を解

決するためラジカル開始剤を使用することなく、低温で重合可能な低温プラズマ反応を利用した重合法を用いることによって、熱、化学反応による分解がなく、不純物を含まない光機能性デバイスの作製を目的として研究を行った。プラズマ出力50W、プラズマ照射時間50秒のプラズマ重合条件で作製したDNA複合体ゲルに有機蛍光分子をドーブしたときの、励起スペクトルと発光スペクトルを測定した結果、600nm付近に発光スペクトルを示すことがわかる(図2)。さらにこのDNA高分子ゲルの励起・蛍光スペクトルをDNAを含有していない高分子ゲルと比較した結果、DNAをドーブすることによって蛍光強度を増強できることがわかった。またラジカル重合により合成したDNA複合体ゲルの蛍光スペクトルを比較した結果、プラズマ重合法の方が大きな蛍光スペクトル強度を示した。これは、プラズマ反応が室温以下で重合を進行させることが可能なため、加温で分解する生体高分子DNAの分解を防ぎさらに開始剤等の光挙動に悪影響を及ぼす不純物を除外できたためと考えられる。つまりDNAの機能を損なわずにゲルが合成されていると考えられる。さらに我々は、合成したDNA高分子ゲルを様々pH水溶液に含浸させ、その発光特性を調べた(図3)。DNA高分子ゲルは、pHに応答して膨潤度が変化しその発光強度が変化することがわかった。またDNAを含有させた結果、高分子ゲル内において有機発光材料が担持できることもわかった。

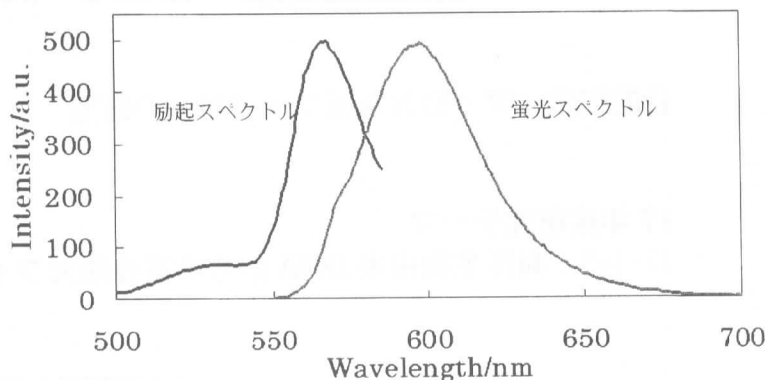


図2 DNA複合体ゲルの励起・蛍光スペクトル

展望

高純度DNAを新しい光材料に転換する科学技術の開発は地域産業の発展に繋がるばかりでなく、我が国及び世界の科学技術の発展に大きな貢献をもたらすと期待される。

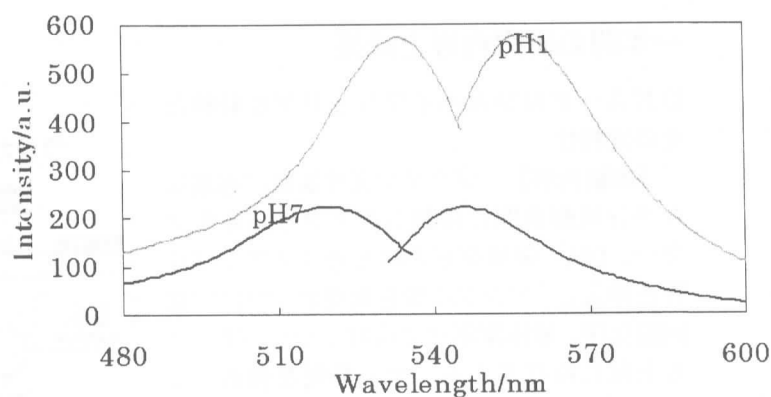


図3 pH変化によるDNA複合体ゲルの励起・蛍光スペクトル