

緒方 直哉、堀之内 英

目的別テーマ：DNA光ファイバーの研究

16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の作成

ABSTRACT

Developments of novel photonic materials derived from Marine DNA have been studied at CIST and it was reported that optical characteristics of DNA films was greatly improved by intercalating organic dyes into base pair layers of DNA molecules. This year aimed at optical fiber formation by melt processing of DNA-lipid complexes which were doped with organic optical dyes into the DNA fibers. Results on fluorescence light emission of the dye-doped DNA fibers showed a great amplification effect due to DNA interactions.

研究目的

鮭あるいはホタテ貝などの海洋生物は北海道を代表する水産物であるが、これらの精子である白子あるいは生殖巣は食用とならないために数万トンにも及ぶ大部分が廃棄されていて環境問題にまで発展している。白子や生殖巣の中には遺伝子である DNA が約 10%含まれているので、それらの DNA を分離精製すれば北海道だけでも年間数千トンもの DNA の生産が可能である。

DNA 分子は二重らせん構造を取り、そのらせんの中には遺伝情報を持った核酸塩基が層状に積み重なっているが、この層状構造の中に芳香環化合物が挿入されていわゆる層間化合物（インターカレーション）を作ることが知られている。光の波長変換や光増幅などの光学的性能を有する有機色素類は芳香環化合物であるので、DNA 分子の中にインターカレートされて安定な層間化合物を作るばかりでなく、色素の光機能が大きく増幅されることをこれまでに研究代表者は見出した。

本研究は DNA-光学色素複合体を紡糸することによってこれまでにない新しい光増幅型の光ファイバを作製して、その機能を明らかにし新しい情報通信技術に利用されることを目的としている。

一年間の研究内容と成果

DNA-脂質複合体は DNA-Na とカチオン性界面活性剤とのイオン交換により合成した。次に合成した DNA-脂質複合体を熔融紡糸装置により DNA-脂質複合体ファイバーを作製し、その後ヘムシアニン色素をドーピングすることにより色素-DNA ファイバーを得た。さらにこのファイバーに Nd³⁺:YAG レーザーの第二次高調波を励起光源、第三次高調波を光パラメトリックオシレーターに介した光を入力信号光として、同軸で入射することよりの光増幅特性の測定を行った。その結果を PMMA と比較して Fig. 1 および 2 に示した。

シアニン色素ドーピング DNA-脂質複合体ファイバーは濃度が 10:1 の時に蛍光強度が最大となり、さらに励起光強度の増強に伴うスペクトルの狭帯域化ならびに閾値が確認された。この結果は ASE が発生していることを示している。加えて ASE が発生する励起条件下でファイバーに入力信号光を入射させたところ、信号光の光増幅が確認された。また、同様な条件で色素ドーピング PMMA ファイバーについて実験したところ、スペクトルの狭帯域ならびに閾値が観測されなかった。つまり、DNA と色素が相互作用することにより色素本来の光学特性が飛躍的に向上しその結果、光増幅機能が発現したと考えられる。

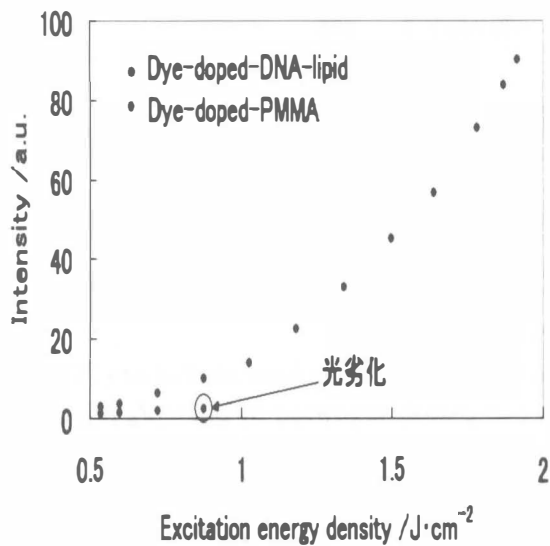


Fig.1 色素ドーブ DNA ファイバーと PMMA ファイバーの閾値の比較

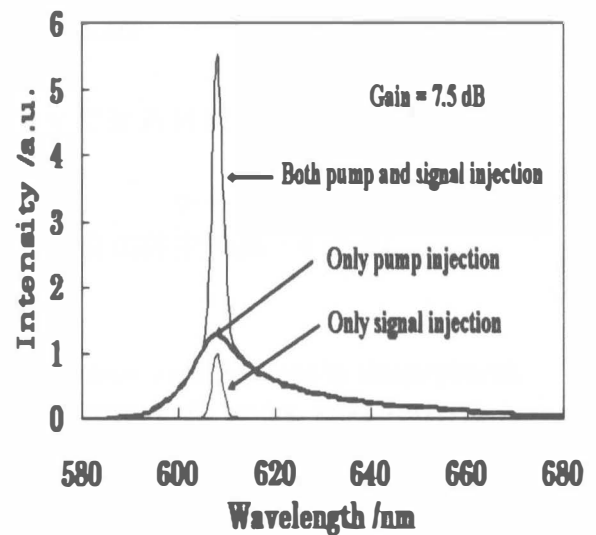


Fig.2 色素ドーブ DNA ファイバーの光増幅特性

展望

ブロードバンドの急速な普及につれて高性能の光通信用ファイバの開発が世界的に進められているが、光通信用の光ファイバは現在、ガラス材料などの無機材料が中心となっている。しかし、より高性能の有機系光ファイバに対する期待が高まっており、いわゆるプラスチック光ファイバとしては現在では PMMA が中心であるが伝送損失、安定性、耐久性などでさらに高性能の有機系光ファイバの要求がが強まっている。高純度 DNA は光学色素の光増幅効果が極めて大きく、これまでに無い光増幅型ファイバの作成が可能であると期待される。

北海道特産の鮭の白子からとれる高純度 DNA は年間数千トンに上り、これ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。