

氏名 緒方 直哉・堀之内 英

目的別テーマ：オプトエレクトロニクス繊維

15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

Deoxyribonucleic acid (DNA) which was obtained from Salmon sperms was transformed into DNA-lipid complexes which was fabricated as optical fibers. The DNA-lipid complexes were dissolved in methylmethacrylate and the solution was subjected to a plasma polymerization in order to obtain DNA-PMMA hybrid materials. The DNA-PMMA hybrid materials were fabricated as fibers by a melt extrusion method, followed by doping with Eu compounds. The DNA fibers indicated a strong enhancement of fluorescence emission.

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

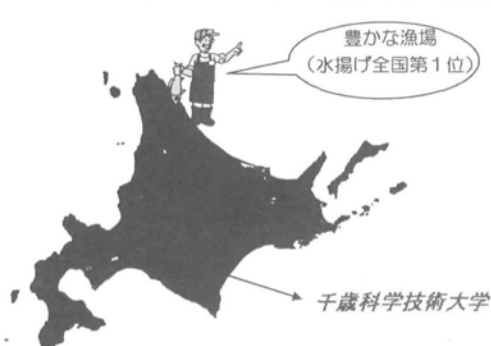
DNAは水溶性であるために光学色素の挿入が困難であるが、DNAのナトリウムイオンを脂質と交換することによってDNA-脂質複合体とすると水に不溶となり、有機溶媒に可溶となって、光学色素のインターカレートが容易に起こることを見出した。またDNA-脂質複合体をアルコールなどの有機溶媒に溶かして溶液とすると湿式キャスト法または溶媒蒸発法によってフィルムまたはファイバへの成形が可能であることを見出した。

DNA-脂質-色素複合体からファイバを作製すれば光増幅型光ファイバの製造が可能となるので、湿式成形による均一なファイバの作製が可能であることを見出した。

DNA存在化でのメチルメタクリレート(MMA)モノマー(図1に示した。)のプラズマ重合によってDNA-PMMAハイブリッド材料の作製が可能であることを見出して、このハイブリッド材料に希土類元素化合物、EuをドーピングするとPMMA単独の場合に比べて大幅な光増幅が起こることを見出して、溶融押出し成形法を用いてファイバの紡糸を行った。この方法によってDNAハイブリッド材料の光ファイバー化が容易になることを見出した。

図2にプラズマ照射時間と重合率の関係、図3にプラズマ出力と重合率の関係を示した。

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



千歳科学技術大学 緒方 直哉, 堀之内 英
 北海道における鮭の漁獲量 (全国比: 88%)
 約20万トン (5000万匹) /年
 鮭の白子の総量: 10,000トン/年
 鮭のDNAの総量: 1,200トン/年

ホタテ
 北海道内水揚げ量 (全国比: 89%)
 約40万トン/年
 ホタテの生殖巣 (オス): 50,000トン/年
 ホタテのDNAの総量: 2,500トン/年

海洋生物由来DNAからの高性能光ファイバー



DNAによる大幅な蛍光増幅機能を利用した低損失・大容量の光ファイバーの作成

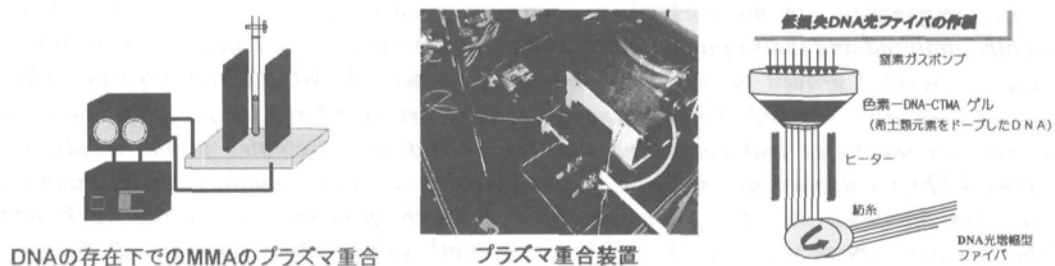


図1 プラズマ重合装置

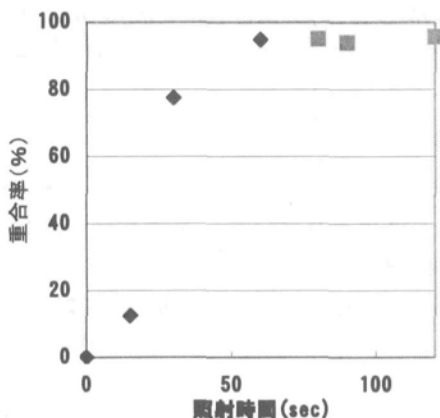


図2 プラズマ照射時間と重合率の関係 (青:直鎖ポリマ, 赤:直鎖+架橋ポリマ)

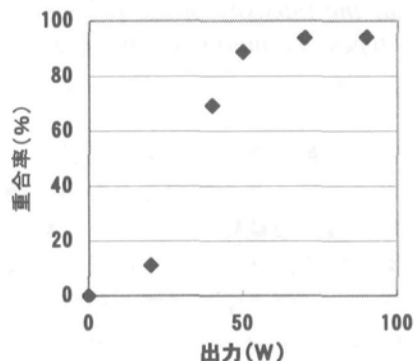


図3 プラズマ出力と重合率の関係

展望

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が、より高性能の光ファイバの開発が急速に進められていて、この開発が急務となっている。いわゆるプラスチック光ファイバは現在では PMMA が中心であるが、より高性能の光ファイバ材料に対する期待が非常に高まっている。

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。