

九州産業大学大学院

KYUSHU SANGYO UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL



令和2年度 研究成果発表会

長波長光通信に適合可能な重水素化ポリマーの合成

博士前期課程

工学研究科 産業技術デザイン専攻 物質生命化学分野

藤田玲士

主査 磯部信一郎
副査 迎勝也
中原由木子

研究背景

21世紀に入りインターネットやSNS、動画共有サービスの普及やIoT、ロボット、AIなどのデータ収集や画像解析技術において機械が自ら考え動く、機械の「自律化」の急速な発展や、近年猛威を振るっている新型コロナウイルス感染症によるテレワークや遠隔授業、遠隔医療などのリモート化・デジタル化は、人々のライフサイエンスや産業構造に大きな変革を与えた。

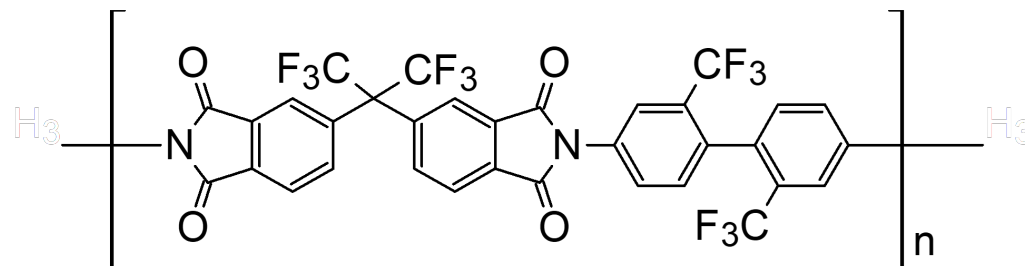
このリモート化やデジタル化といった、社会の急激な変化に対し大容量高速通信が可能な光での通信に期待が高まっており、一般家庭やオフィスにも短中距離向けの光ファイバーケーブルの利用が急速に普及している。現在、長距離伝搬で使用されている光ファイバーケーブルの材料には、石英を使用しており長波長帯域の光での通信を行っている。しかし、家庭やオフィス向けに使用される中距離伝搬用のプラスチック光ファイバーは、長波長帯域の光の吸収が大きいため短波長帯域の光を使用している。そのため、長距離伝搬と中距離伝搬の間で情報を伝える際光の波長を変換する必要がある。

今後さらなる高速通信実現のためこの変換ロスの回避を目的として、中距離伝搬においても長波長帯域の光に適合する材料が求められている。

研究目的

現在長波長帯域の光に適合可能な材料として、全フッ素化ポリイミドなどが検討されているが、これらの材料は非常に高コストになってしまう。そこで、安価な材料として部分フッ素化ポリイミドが検討されているが、部分フッ素化ポリイミドのC-H結合の振動吸収により、長波長の光伝搬損失が全フッ素化ポリイミドに比べ高いものになってしまう。

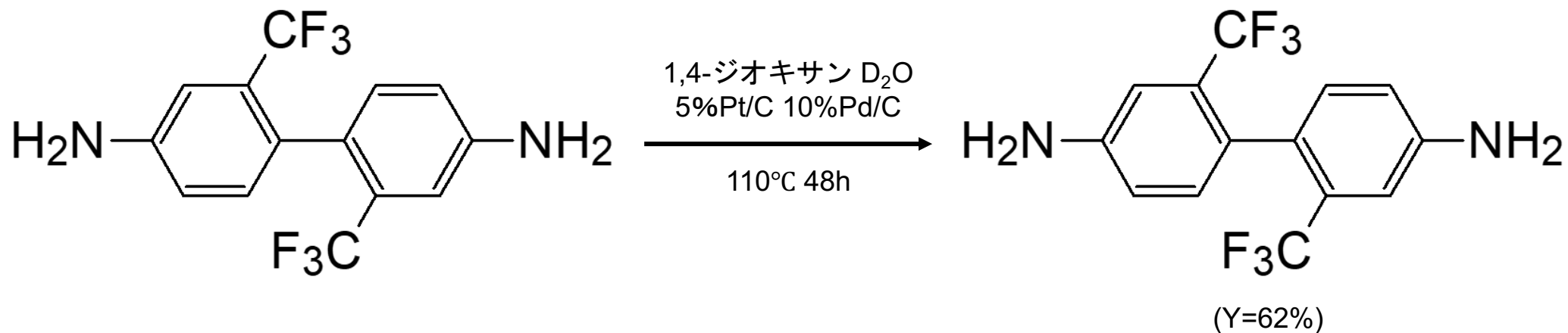
長波長帯域の光伝搬損失を減少させるためには、C-H結合の結合数を減らす必要がある。このC-H結合を重水素で置換したC-D結合にすることで、振動吸収のピークを長波長方向へシフトさせることができる報告がされている。そこで本研究では、中距離伝搬向けプラスチック光ファイバーのコア材料である、高コストな全フッ素化ポリイミドの代替材料となりうる安価な部分フッ素化ポリイミド（6FDA-TFMB）のC-H結合への重水素化の検討を行った。



6FDA-TFMB

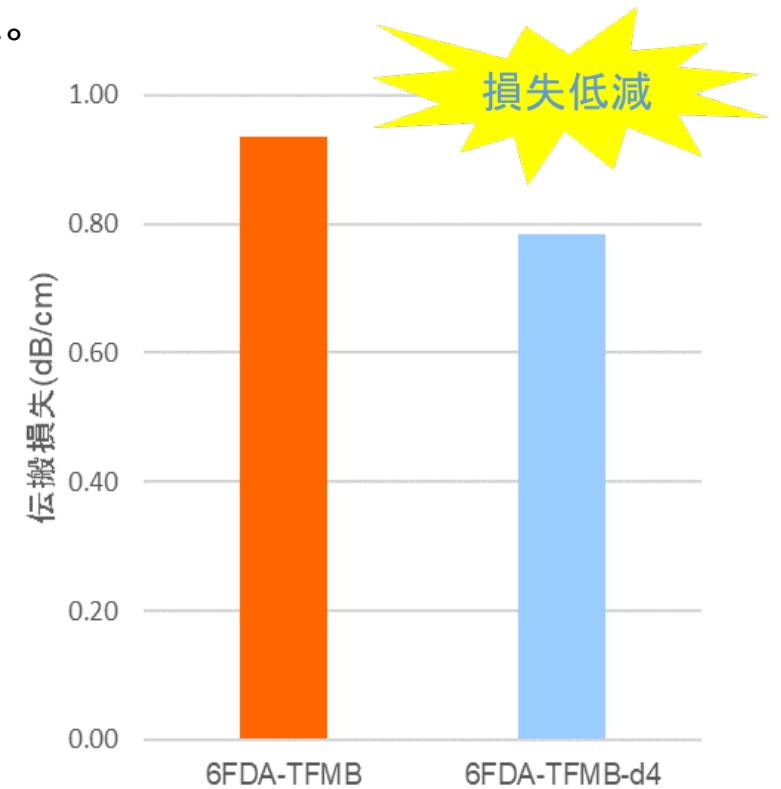
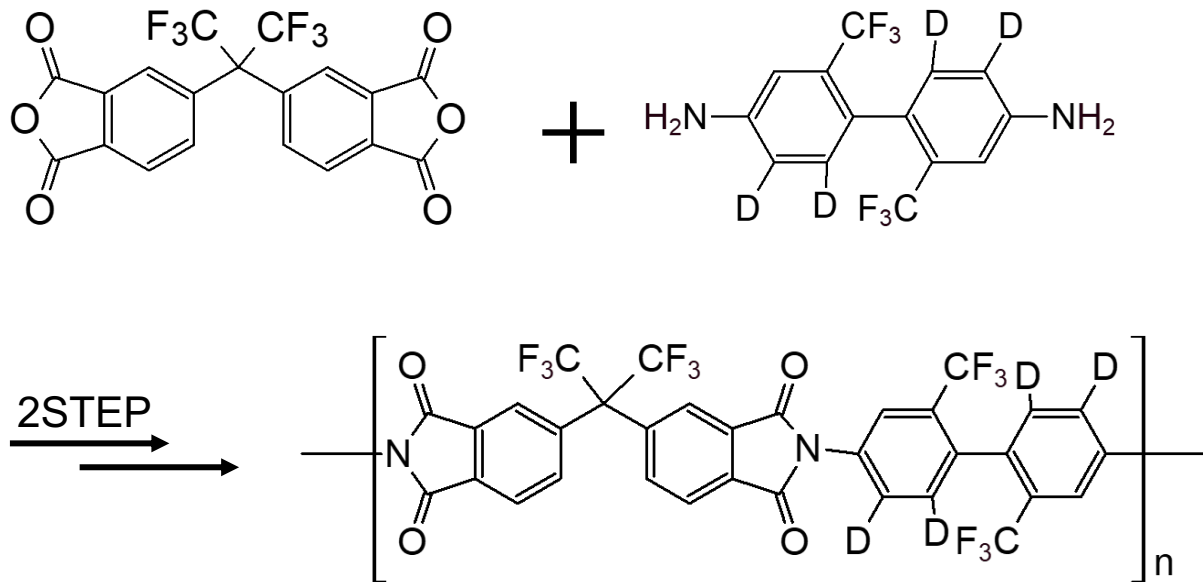
研究概要1

6FDA-TFMBのモノマーであるTFMBへの重水素化を行った。
一部立体障害により、重水素化されなかったが、高い重水素化率を得ることができた。



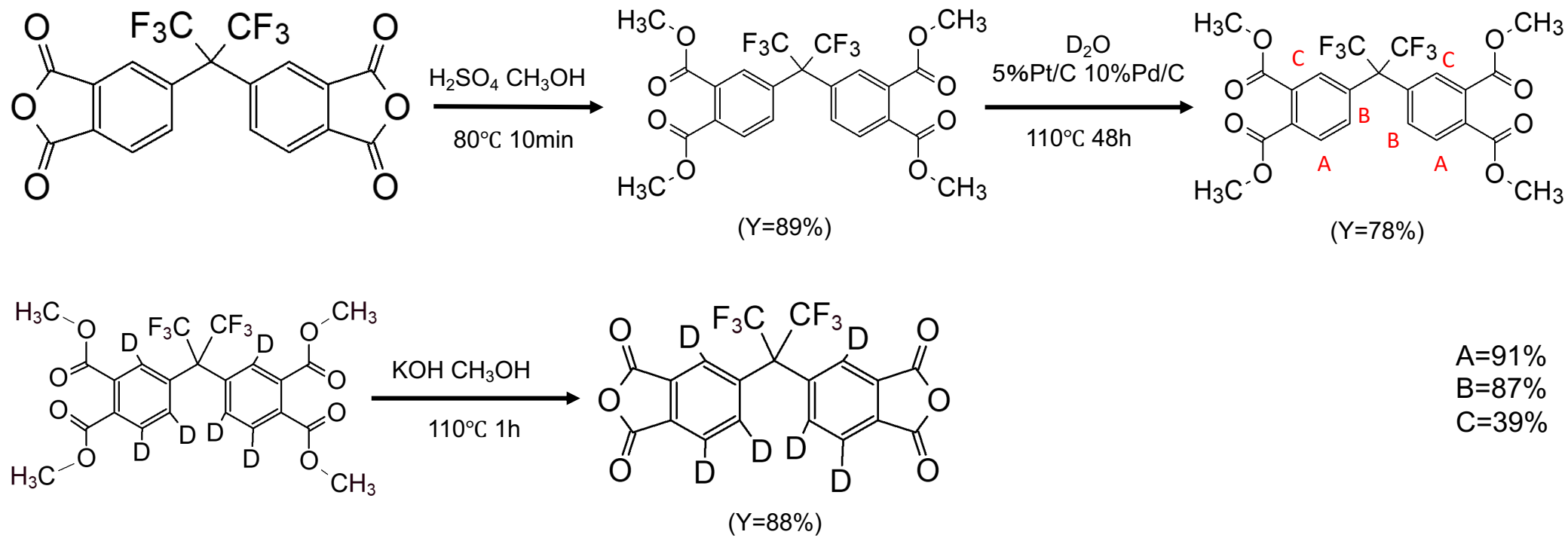
研究概要2

重水素化したTFMB(TFMB-d₄)を用いて6FDA-TFMB-d₄を合成した。
6FDA-TFMB-d₄をプリズムカップラ法を用いて光学特性の評価を行った。
重水素化を行うことで光の損失が0.15dB/cm低下した。



研究概要3

さらなる損失の低下には酸無水物の重水素化が必要であるため、6FDAへの重水素化を行った。
6FDAに重水素化を行うためにカルボニル基のメチル保護を行った。
全体に重水素化が行われたが、高い重水素化率は得られなかった。



総括

部分フッ素化ポリイミド(6FDA-TFMB)に対する重水素化を行うことで光伝搬損失の低下につながった。

しかし、目標である全フッ素化ポリイミドの損失値にはまだ届いていないため研究概要3で述べた重水素化6FDA(6FDA-d₆)を用いて、

6FDA-d₆-TFMB-d₄を合成し、光学特性の評価を行っていく。

また、今後ポリマーの骨格構造を変化させ高耐熱で低損失な新規重水素化ポリマーの検討を行っていく

指導教員コメント

今後のIoT技術の発展には電気に置き換わる新規光媒体の開発が必須とされている。

本研究では、現在工業分野において広く普及している部分フッ素化ポリイミドを用い、その骨格構造が有する光の振動吸収の低減に関する検討を行っており、その成果として重水素化によって一定の長波長帯域の光吸収の低減効果を得ることができていることを見出せたことは大きな収穫と考える。

今後、当材料に加えて種々の重水素化モノマーを導入し、高耐熱、低損失な光路材料としての応用を検討していく。

磯部信一郎