

# 透明材料、コーティング材に期待される 含フッ素有機無機ハイブリッドポリマー



## 本特許技術の特徴

- Point 1** 有機無機ハイブリッドポリマー(ポリシルセスキオキサン)の精密重合、高密度なフッ素置換
- Point 2** 耐熱性・屈曲性に優れた透明ガラス代替材料として期待される
- Point 3** アモルファス材料として薄膜化が容易で、多彩な材料にコーティング可能



## 無機材料の物性・機能と有機材料の高い設計性を兼ね備えた材料

### 特許内容・新規性

かご型シルセスキオキサンはケイ素と酸素からなるサイコロ状の分子で、8つの頂点に有機基を有しているナノ構造が制御された単一分子であり、シリカのような耐熱性・機械的強度と、有機分子のような合成の自由度の高さを両立できる有機無機ハイブリッド材料です。

本特許では、かご型シルセスキオキサンを2つのアリル基で対角状に置換し、それ以外をフルオロカーボンで高密度に置換したモノマーを合成しました。これを用いて、フッ素含有の有機無機ハイブリッド次元ポリマーを合成することができます。

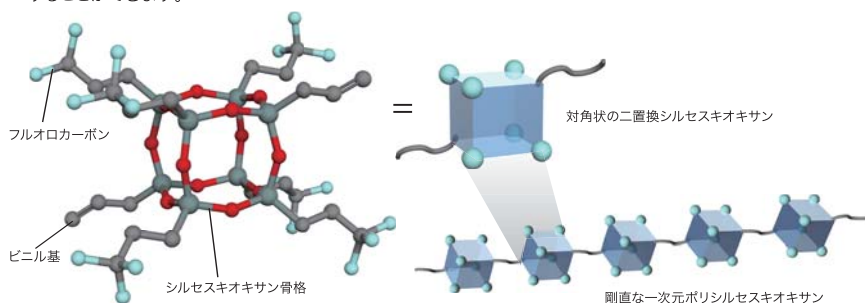


図1 ビニル基を対角状に二置換した含フッ素かご型シルセスキオキサンモノマー(左)と重合した有機無機ハイブリッド次元ポリマー(右)

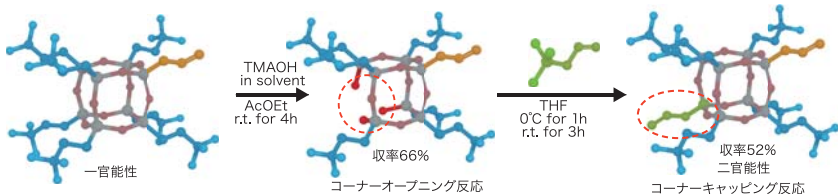


図2 モノマーを合成するためのコーナーオープニング反応とコーナーキャッピング反応  
一官能性のアリル基の対角頂点の反応性が高いことからSi-O結合を切断し(コーナーオープニング反応)、開環部分にアリル基を挿入して再びサイコロ状に戻す(コーナーキャッピング反応)



## 重合の精密制御により、本来の物性を引き出す

### 従来技術との位置づけ・比較

かご型シルセスキオキサンは、大手化学メーカーから販売されるなど、エレクトロニクス、フォトニクスへの応用が期待されるナノ材料の一つです。サイコロ形状骨格の8つの頂点のうち1個に、重合可能な官能基を導入した一置換かご型シルセスキオキサンの合成は容易です。そのため、従来はこれらをグラフト重合してブラシ状のポリマーにしたりしていましたが、これらはかご型シルセスキオキサン部位の結晶性が高いために相分離してかご型シルセスキオキサンユニットを高濃度で含む光学的透明材料を得ることは困難です。そのため、バルク材料にした時に分子レベルでの完全な構造制御が困難であり、そのため期待された十分な機能を発揮できないという問題がありました。

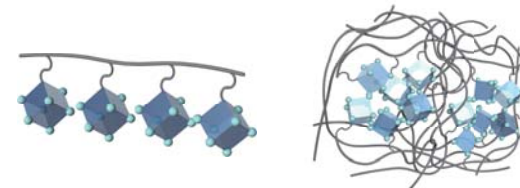


図3 一置換シルセスキオキサンから合成したグラフトポリマー(左)と側鎖かご型シルセスキオキサンユニット同士の制御できない会合または結晶化(右)

本特許の対角状の二置換かご型シルセスキオキサンは構造が制御され、結晶化を防ぐ次元ポリマーになることから、バルク材料になってもシルセスキオキサンが本来持っている透明性、耐熱性、屈曲性、屈折率、バリア性などを発揮できます。



## 成形容易な薄膜材料として展開

### 産業応用のイメージ

本特許技術で作製したポリマーは、アモルファス材料として薄膜化が容易なため、以下のような用途が期待できます。

- ・紫外・可視光透過性透明ガラス材料
- ・低屈折率透明材料(屈折率1.25~1.35)
- ・高水蒸気バリア性材料
- ・耐熱性離型剤(ポリマー化することで熱分解温度が大幅に向上)
- ・紫外線耐候性透明材料



図4 本材料をガラス基板上にスピコートし、100°Cで加熱し成膜したもの



### 特許の基本情報

発明の名称	公開・登録番号	出願人	発明者
フッ素含有シルセスキオキサン、フッ素含有シルセスキオキサンの製造方法、及び重合体	(特願2016-222923)	国立大学法人 京都工芸繊維大学	中 建介 他 2名



### 主要発明者の紹介

中 建介 教授  
京都工芸繊維大学 分子化学系



中 建介 教授は、有機合成化学を土台とし、高分子合成、無機合成の手法も積極的に取り入れることで有機無機ハイブリッド高分子材料の開拓を行ってきました。かご型シルセスキオキサンは、分子レベルでのトポロジ的な制御が可能である点、そしてバルク材料としての光学的・機械的特性などで非常にユニークな材料であり、中研究室ではこれまでに多くの研究成果を残しています。