

令和 2 年 7 月 8 日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H04208

研究課題名(和文) 高分子のガラス転移温度を光により巨大変化させることが可能な分子システムの構築

研究課題名(英文) Development of photoresponsive plasticizer capable of enormous change in glass transition temperature of polymers

研究代表者

山本 貴広 (Yamamoto, Takahiro)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・材料・化学領域・主任研究員

研究者番号：70392678

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,700,000円

研究成果の概要(和文)：アゾベンゼン誘導体を添加した液晶を用いて高分子の光可塑性を検討し、非晶性高分子のガラス転移温度を光により低下させることができ、非晶性高分子に広く適用できる可能性があることを明らかにした。また、高分子の光可塑性を用いることにより、粘着性を光で制御することに成功し、光応答性粘着剤としての応用が可能であることを示した。アゾベンゼン誘導体を添加した液晶の組成を検討し、光によるガラス転移温度の低下幅を拡大することに成功した。さらに、光可塑を用いた材料硬さの可逆的な光変化を用いることにより、接着力の可逆的な光制御を実現した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

自動車や電化製品の部品などに用いられている高分子は、様々な添加剤(可塑剤、色素など)を加えるによって物性(硬さ、色など)が調整されている。本研究では、光により分子形状が変化する化合物を添加した液晶を用いて、高分子の硬さを光で調整できる新しい添加剤(光応答性可塑剤)の開発に成功した。光応答性可塑剤を用いた高分子硬さの光制御を利用することによって、高分子の粘着性や接着性を温度一定の状態、光照射するだけで発現・消失させることに成功した。本研究の成果を用いることにより、様々な産業分野において利用可能な光応答性粘着・接着剤の創出が期待できる。

研究成果の概要(英文)：By means of the photoplasticization of polymers using liquid crystals containing azobenzene derivatives, we revealed that the glass transition temperature of amorphous polymers can be lowered by light, and it can be applied to various amorphous polymers. In addition, we succeeded in controlling the pressure-sensitive adhesion property of polymers by means of the photoplasticization. We demonstrated that the photoplasticization of polymers can be applied to the development of photoresponsive pressure-sensitive adhesives. We also achieved the improvement of the photoplasticization effect by the optimization of the composition of the liquid crystal containing an azobenzene derivative. Furthermore, the reversible control of the adhesive force was realized by using the reversible control of viscoelastic properties of polymers based on the photoplasticization.

研究分野：材料化学

キーワード：高分子 液晶 光可塑 接着 粘着

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

高分子化合物の中には、加熱や光照射によって架橋反応等が進行して硬くなる熱硬化性樹脂や光硬化性樹脂があり、自動車や電化製品の部品のほか、接着剤にも用いられている。一方、加熱により軟らかくなる熱可塑性樹脂も数多く存在し、様々なプラスチック製品として我々の豊かな生活の実現に貢献している。しかし、光照射によって軟らかくなる光可塑性樹脂は、光照射による金属錯体の分解反応を利用している材料はあるが、実際には光を吸収した金属錯体からの発熱に基づく熱分解であり、純粋な光化学反応により等温的に軟らかくなる材料は、実用化には至っていなかった。光可塑性樹脂を開発できれば、光で損傷を修復することが可能な材料(光自己修復材料)や光による可逆的な粘着が可能な材料(光粘着材料)など、これまでに無い新しい光機能性材料の創出が期待できる。我々は、液晶が高分子の可塑剤として機能することに着目し、アゾベンゼン化合物の光異性化反応に基づく液晶の光相転移を用いると、ガラス転移温度を光によって最大で約 20℃ 低下できることを報告している。そして、これを利用した光自己修復や光粘着が可能な高付加価値機能性化学品の開発を進めている。自己修復材料は、製品を長寿命化し、省資源・省エネルギーに貢献する材料として期待されている。一方、粘着材料は、モノとモノとを接合し一体化するための材料であり、多くの産業分野において必要不可欠となっている。光可塑性を用いた等温的な自己修復や粘着が可能な高分子材料はなく、実用化が期待されるが、材料の耐熱性の観点からは、光により高分子のガラス転移温度を大きく低下させることが可能な分子システムの創製が必要であった。

### 2. 研究の目的

本研究では、光可塑性樹脂の創製を目指し、可塑剤分子の集合状態を光で制御することにより、高分子のガラス転移温度を光で大きく低下(光可塑性)させることが可能な分子システム(光応答性可塑剤)を開発することを目的とした。また、高分子の光可塑性を用いた機能性材料の開発として、接着性や粘着性の光制御を検討した。

### 3. 研究の方法

#### (1) 本研究で用いた化合物とサンプル調製

図 1 に、本研究で用いた化合物を示す。光応答性可塑剤は、液晶(5CB)に所定量のアゾベンゼン化合物(BMAB)を溶解することにより調製した。また、BMAB の対照化合物としてスチルベン(trans-SB、cis-SB)を用いた光応答性可塑剤も調製した。高分子は、非晶性高分子としてポリメタクリル酸メチル(PMMA)とポリスチレン(PS)を用い、結晶性高分子としてポリエチレン(PE)とポリカプロラクトン(PCL)を用いた。所定量の光応答性可塑剤を高分子に添加してサンプルを調製した。

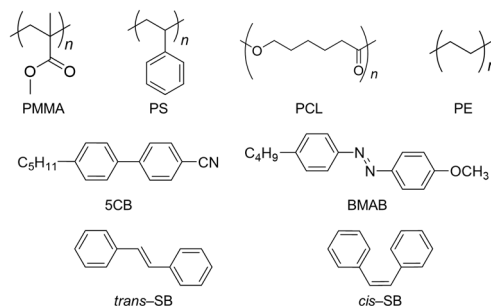


図 1 本研究で用いた化合物

#### (2) 光可塑性の評価

調製したサンプルの光可塑性は、光照射前後のガラス転移温度を動的粘弾性測定により算出することにより行った。貯蔵弾性率( $G'$ )と損失弾性率( $G''$ )の比である損失正接( $G''/G'$ )が極大値となる温度をガラス転移温度とした。

#### (3) 粘着性の評価

動的粘弾性測定装置を用いた簡易的なプローブタック試験を、光照射前後のサンプルについて行うことにより、粘着性の指標の1つであるタックを評価した。一定の圧力でプローブをサンプルに押し付けた後、プローブをサンプルから引き離すために必要な力をタックとした。

#### (4) 接着性の評価

ガラス基板を被着体として試験用サンプルを作製し、引張試験機を用いた引張せん断試験を、光照射前後のサンプルについて行うことにより、引張せん断接着力を評価した。

#### (5) 材料力学特性の評価

ネマチック相、スメクチック E 相、結晶相を発現する光応答性可塑剤を添加した PMMA について、引張試験により、ヤング率などを評価した。

### 4. 研究成果

#### (1) 光可塑性を適用可能な高分子の検討

図 2 に、ネマチック相を発現する光応答性可塑剤(アゾ添加液晶、BMAB 濃度: 5 mol%) と非晶性高分子(PMMA、PS)の光照射前後の相図を示す。紫外光照射前の両高分子( )は、光応答性可塑剤を添加することによりガラス転移温度が低下した。しかし、光応答性可塑剤がある濃度以上になると、ガラス転移温度はほぼ一定となった。これは、ガラス転移温度が低下する濃度域では、光応答性可塑剤が高分子と相溶しており、ガラス転移温度が一定となる濃度域では、光応

答性可塑剤が過剰となり、高分子から相分離していることを示している。サンプルに紫外光を照射しながらガラス転移温度を測定したところ(○)、相溶領域では、ガラス転移温度は変化しなかった。一方、相分離領域では、ガラス転移温度が約 20 低下し、光可塑化できることが分かった。この結果は、相分離した光応答性可塑剤の分子集合状態が、ネマチック相から等方相へと光相転移し、等方相となった光応答性可塑剤が高分子と相溶することでガラス転移温度が低下したに基づいている。これまで、PMMA については光可塑化を確認していたが、PS に対しても光可塑化が適用可能であることが分かった。

結晶性高分子については、PE は光応答性可塑剤と混合すると、巨視的に分離してしまいサンプルを調製することができなかった。PCL はサンプルを作製することはできたが、融点は光照射によって変化しなかった(図 3)。これは、堅く密なパッキング構造をしている結晶部位に光応答性可塑剤が浸入することができず、光応答性可塑剤の相構造が光照射によって変化しても、結晶部位との相溶性が向上しなかったに基づくと推察している。以上の結果から、今回用いた光応答性可塑剤は、非晶性高分子に対して光可塑化が可能であることが分かった。

## (2) 光可塑化を用いた光誘起粘着性の検討

次に、光可塑化が可能な非晶性高分子を用いて、粘着性の検討を行った。紫外光照射前(●)両高分子は、ガラス状態からゴム状態へと変化するとタックが発生した(図 4)。紫外光を照射すると(○)、タックが発生する温度域が低温化した。これは光可塑化によりガラス転移温度が低下したに基づいている。そして、PMMA は約 30 付近において、PS は約 20 付近において、粘着性が光照射前はほとんどなく、光照射によって誘起できる光応答性粘着剤として機能することが分かる。さらに興味深いことに、タックの最大値が、僅かではあるが上昇した。本研究で用いているアゾベンゼン化合物は光異性化反応によりトランス体からシス体になると分子の極性が上昇する。簡易プローブタック試験では、アルミニウム治具を用いており、光可塑化した高分子はアゾベンゼン化合物の分子形状の変化に伴って極性表面であるアルミニウム治具と相互作用しやすくなると推測できる。そこで、分子形状変化によって極性がほとんど変化しないスチルベンを用いて粘着性を評価した(図 5)。トランス体とシス体によって液晶の相転移温度が異なるため、タックの温度依存性は若干異なるが、タック最大値は変化しなかった。また、各高

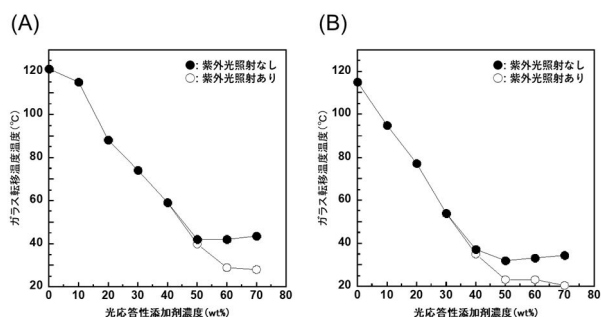


図 2 非晶性高分子と光応答性可塑剤(アゾ添加液晶、BMAB 濃度: 5 mol%) の光照射前後の相図: (A) PMMA; (B) PS

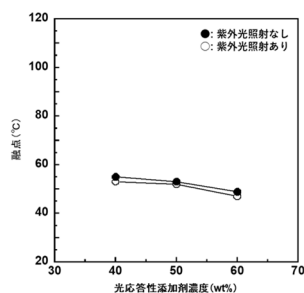


図 3 結晶性高分子(PCL)と光応答性可塑剤(アゾ添加液晶、BMAB 濃度: 5 mol%) の光照射前後の相図

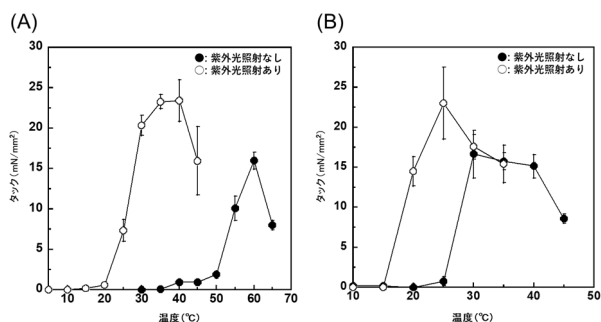


図 4 非晶性高分子の光照射前後の粘着性: (A) PMMA; (B) PS

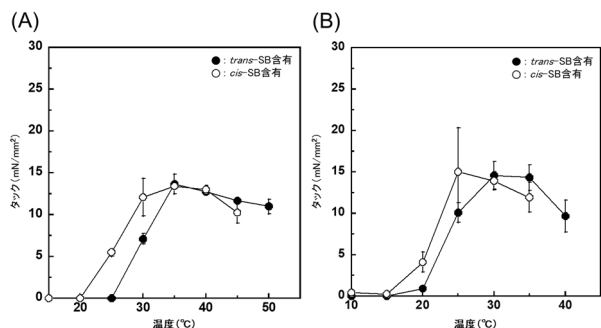


図 5 スチルベン添加液晶を含有する非晶性高分子の粘着性: (A) PMMA; (B) PS

分子サンプルの極性と最大タック値との相関を接触角測定により調べた(図6)。どちらの高分子もアゾベンゼン化合物がトランス体からシス体へと異性化することによって接触角が低下した。この結果は、光可塑性によりシス体が生成することで、高分子の親水性(極性)が上昇したことを示しており、考察を支持する。一方、スチルベンを添加した液晶を用いた場合、接触角は、トランス体とシス体でほとんど違いが無かった。これらの結果から、粘着性に材料の極性が大きな影響を与えることが分かった。

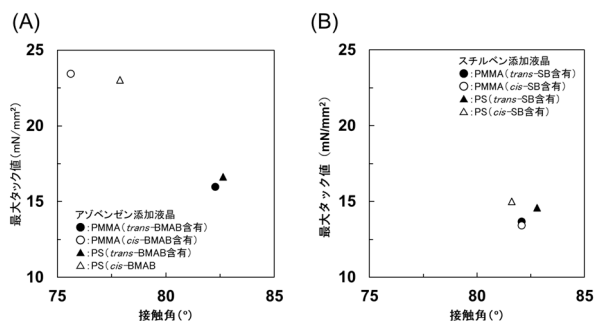


図6 高分子の接触角と最大タック値の相関:(A) PMMA;(B) PS

(3) 高次スメクチック相を発現する光応答性可塑性剤を用いた光可塑性の検討

ここまで用いてきた光応答性可塑性剤は流動性の高いネマチック相を室温で発現する。そのため、高分子に添加すると、相分離している光応答性可塑性剤が、時間経過とともに、サンプル表面へと染み出すことが課題であった。本研究で用いているアゾベンゼン化合物とシアノビフェニル液晶と類似の材料系において、系の組成によって相構造が変化し、流動性の高いネマチック相だけでなく、流動性が低い高次スメクチック相も発現することが知られている。そこで本研究で用いている材料系についても組成を変えて液晶性を調べたところ、アゾベンゼン化合物の濃度が40~60モル%の混合物において、モザイク模様を示し(図7)スメクチックE相が室温で発現することが分かった(図8)。そして、ネマチック相を発現するアゾ添加液晶と同様に、スメクチックE相は紫外光照射によって等方相へと光相転移することを確認した。スメクチックE相を発現するアゾ添加液晶を光応答性可塑性剤として用いて光可塑性を検討したところ、非晶性高分子であるPMMAについて、ガラス転移温度を約40℃低下させることに成功した(図9)。これはネマチック相を発現する光応答性可塑性剤を用いた場合と比べ、約2倍の低下幅である。光可塑性樹脂の実用化に向けては、光によるガラス転移温度の低下幅をさらに広げる必要があり、他の液晶相の利用するなどによって達成できると考えている。大きな光可塑性効果は、光応答性可塑性剤の澄明点(ネマチック相-等方相転移温度)が、ネマチック相を発現する光応答性可塑性剤よりもスメクチックE相を発現する光応答性可塑性剤の方が、紫外光照射前は高く、紫外光照射下では低いことに起因している。そして、染み出しについて、ネマチック相とスメクチックE相を発現する光応答性可塑性剤をそれぞれ用いてサンプルを作製し、他の高分子基材へのアゾ添加液晶の移行性として評価したところ、スメクチックE相を発現するアゾ添加液晶を用いることで、染み出しに伴う移行性の低減を実現した(図10)。



図7 アゾ添加液晶のモザイク模様

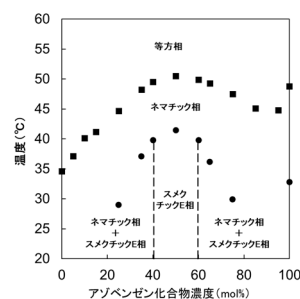


図8 BMABと5CBの相図

図9 PMMAの光可塑性に与える光応答性可塑性剤の相構造の影響:(A)ネマチック相;(B)スメクチックE相

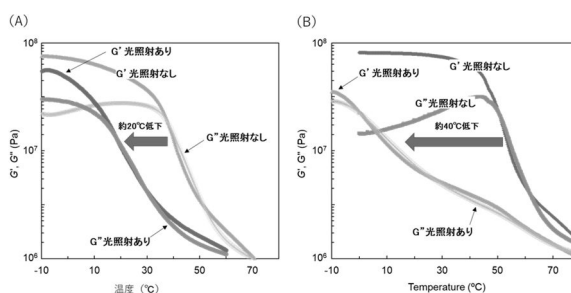


図9 PMMAの光可塑性に与える光応答性可塑性剤の相構造の影響:(A)ネマチック相;(B)スメクチックE相

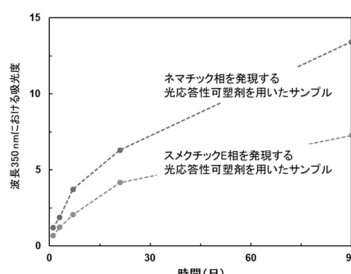


図10 他の基材への移行性評価結果

#### (4) 接着力の光制御

ネマチック相を発現する光応答性可塑剤を添加した高分子を用いてガラス基板を熱的に接着(ガラス転移温度以上に加熱し、軟らかくして、ガラス基板を圧着)しても、光応答性可塑剤が高分子とガラス基板の間に染み出すため、引張せん断接着力は小さな値であった(図11)。一方、スメクチックE相を発現する光応答性可塑剤を用いた場合、熱接着の場合の引張せん断接着力が約6倍向上した。光接着(光可塑性により軟化して接着した後、別波長の光を照射して、高分子を元の硬さに戻す)の場合も同様の接着力を示しており、光応答性接着剤として機能することを確認できた。そして、光接着した試験片に再び紫外光を照射して光可塑性すると、引張せん断接着力が大きく低下し、ガラス基板を剥離することが可能となった。スメクチックE相を発現する光応答性可塑剤を用いることにより、可逆的な光接着と光剥離を実現した。

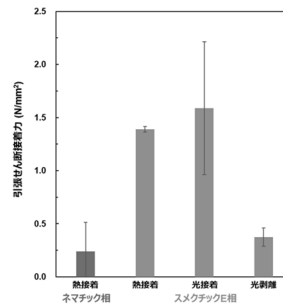


図11 引張せん断接着試験結果

#### (5) 材料力学特性の評価

接着・粘着材料としてだけでなく、樹脂材料としての特性を評価するため、ネマチック相、スメクチックE相、結晶相を発現する光応答性可塑剤をそれぞれ添加したPMMAについて、ダンベル試験片を作製し、引張試験により力学特性を評価した(図12)。結晶相を発現する光応答性可塑剤を用いた場合、ヤング率は高い値を示したが、靱性の低い脆い材料となった。これは、材料中で結晶相として相分離している領域が欠陥となり、引張りに対して弱くなったと推察できる。

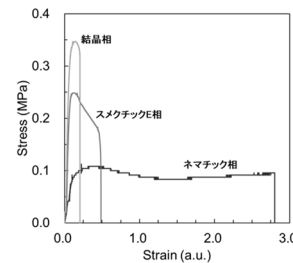


図12 材料の力学特性に与える光応答性可塑剤の相構造の影響

一方、ネマチック相を発現する光応答性可塑剤を用いた場合、靱性の高い材料を得ることはできたが、ヤング率は低くなった。高い靱性は、光応答性可塑剤の流動性が高く、ガラス状態の高分子中で欠陥として作用することなく光応答性可塑剤が相分離していることに基づいている。低いヤング率は、PMMAとの相溶性が高く、高濃度まで相分離しないためであると考えている。ネマチック相と結晶相の中間の流動性を有するスメクチックE相を発現する光応答性可塑剤を用いた場合は、結晶相を発現する光応答性可塑剤を用いた高分子と同等のヤング率を示しつつ、靱性が向上した。これは、硬い液晶相であるスメクチックE相が材料の硬さを向上させつつ、流動性のある液晶相であるために欠陥として作用することが低減されたためと推察している。今後、光応答性可塑剤の相構造をさらに検討することで、高強度・高靱性の光可塑性樹脂を創製できる可能性がある。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Yamamoto Takahiro, Norikane Yasuo, Akiyama Haruhisa	4. 巻 50
2. 論文標題 Photochemical liquefaction and softening in molecular materials, polymers, and related compounds	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 551 ~ 562
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-018-0064-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yamamoto Takahiro, Noguchi Jiro, Kinoshita Motoi, Takenaka Yoshiko, Kihara Hideyuki	4. 巻 662
2. 論文標題 Near-infrared-light-responsive liquid-crystalline composite gels with photo-healing ability	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Molecular Crystals and Liquid Crystals	6. 最初と最後の頁 38 ~ 45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15421406.2018.1466239	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Takahiro Yamamoto, Rikuo Hasegawa, Yuki Kawata, Hideyuki Kihara, Naofumi Naga	4. 巻 47
2. 論文標題 Photoplasticization effect of an azobenzene-doped liquid crystal depending on phase structures	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 272-275
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.171072	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Yuki Kawata, Takahiro Yamamoto, Hideyuki Kihara, Yasuhisa Yamamura, Kazuya Saito, Koji Ohno	4. 巻 20
2. 論文標題 Unusual Photoresponses in Upper Critical Solution Temperature of Polymer Solutions Mediated by Change in Intermolecular Interaction in an Azo-Doped Liquid Crystalline Solvent	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Physical Chemistry Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 5850-5855
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7CP08335A	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山本貴広	4. 巻 21
2. 論文標題 自己修復や粘接着機能を有する液晶系複合材料の開発	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 液晶	6. 最初と最後の頁 378-381
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山本貴広	4. 巻 39
2. 論文標題 光相転移を利用した自己修復材料・粘接着材料の開発	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 ペトロテック	6. 最初と最後の頁 532-536
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計33件 (うち招待講演 8件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Takahiro YAMAMOTO
2. 発表標題 Development of photoresponsive self-healing materials using photothermal and photoplasticization effects in liquid-crystalline composites
3. 学会等名 SPIE. Optics+Photonics Liquid Crystals XXII (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本貴広
2. 発表標題 自己修復や粘接着機能を有する液晶系複合材料の開発
3. 学会等名 日本液晶学会2018年液晶交流会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本貴広, 秋山陽久, 松澤洋子
2. 発表標題 光により液化・軟化するソフトマテリアルの開発とスマート粘接着剤への展開
3. 学会等名 日本接着学会 粘着研究会 第164回例会(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本貴広, 長谷川陸央, 川田友紀, 木原秀元, 永直文
2. 発表標題 Autonomic and photoinduced healing properties of polymers containing azobenzene-doped liquid crystals
3. 学会等名 27th International Liquid Crystal Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川田友紀, 山本貴広, 木原秀元, 山村泰久, 齋藤一弥, 大野工司
2. 発表標題 高分子の上限臨界溶液温度の光制御における液晶溶媒の効果
3. 学会等名 第22回液晶化学研究会シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川田友紀, 山本貴広, 木原秀元, 山村泰久, 齋藤一弥, 大野工司
2. 発表標題 アゾベンゼン混合液晶に溶解した高分子の上限臨界溶液温度の異常な光応答挙動
3. 学会等名 第67回高分子年次大会
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 川田友紀, 山本貴広, 木原秀元, 山村泰久, 齋藤一弥, 大野工司
2. 発表標題 液晶を溶媒とする高分子溶液における上限臨界溶液温度の異常な光応答
3. 学会等名 つくばソフトマター研究会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小池滯夏, 青柳隆夫, 木原秀元, 山本貴広
2. 発表標題 アゾベンゼン添加液晶を用いた高分子の光可塑化
3. 学会等名 つくばソフトマター研究会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小池滯夏, 青柳隆夫, 木原秀元, 山本貴広
2. 発表標題 高分子と液晶の相分離 - 相溶光制御が粘着性に与える影響
3. 学会等名 日本油化学会2018年若手の会サマースクール
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小池滯夏, 青柳隆夫, 木原秀元, 山本貴広
2. 発表標題 光照射により粘着性を制御できるスマート粘接着材料の開発
3. 学会等名 SATテクノロジー・ショーケース2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小池溥夏, 山本貴広, 青柳隆夫, 赤松範久, 宍戸厚
2. 発表標題 光感応性粘着剤の開発
3. 学会等名 産総研平成30年度材料・化学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本貴広
2. 発表標題 高分子の光可塑化を利用した粘着・接着の光制御が可能な材料の開発
3. 学会等名 第35回高分子学会千葉地域活動若手セミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本貴広
2. 発表標題 光による粘着・接着の状態制御が可能な材料
3. 学会等名 SMACTIVEマテリアルシンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mioka Koike, Takao Aoyagi, Takahiro Yamamoto, Hideyuki Kihara
2. 発表標題 Effects of polymer types on photoinduced adhesion properties of polymer-photoresponsive liquid crystal composite resins
3. 学会等名 1st International Symposium on Nanotechnology and Mesophase Engineering（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takahiro Yamamoto, Jiro Noguchi, Motoi Kinoshita, Yoshiko Takenaka, Hideyuki Kihra
2. 発表標題 Near-infrared-light-responsive liquid-crystalline colloids with photo-healing ability
3. 学会等名 The 21st International Symposium on Advanced Display Materials and Devices (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mioka Koike, Takao Aoyagi, Takahiro Yamamoto, Hideyuki Kihara
2. 発表標題 Influences of polymer and substrate properties on photoinduced adhesion behavior of polymers containing azobenzene-doped liquid crystals
3. 学会等名 The 21st International Symposium on Advanced Display Materials and Devices (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 川田友紀, 山本貴広, 木原秀元, 山村泰久, 齋藤一弥, 大野工司
2. 発表標題 高分子 - 光応答性液晶混合系の上限臨界溶液温度の光応答挙動
3. 学会等名 2017年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 川田友紀, 山本貴広, 木原秀元, 山村泰久, 齋藤一弥, 大野工司
2. 発表標題 アゾベンゼン混合液晶を溶媒とする高分子溶液における上限臨界溶液温度の異常な光応答
3. 学会等名 日本化学会第97春季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小池澗夏, 青柳隆夫, 山本貴広, 木原秀元
2. 発表標題 高分子 / 光応答性液晶複合樹脂の光可塑化に与える高分子構造の影響
3. 学会等名 2017年日本液晶学会討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小池澗夏, 青柳隆夫, 山本貴広, 木原秀元
2. 発表標題 種々の高分子に対するアゾベンゼン添加液晶の光可塑効果に関する研究
3. 学会等名 第66回高分子討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小池澗夏, 青柳隆夫, 木原秀元, 山本貴広
2. 発表標題 汎用樹脂を高付加価値化する光応答性可塑剤の開発
3. 学会等名 産総研 平成29年度 材料・化学シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小池澗夏, 青柳隆夫, 木原秀元, 山本貴広
2. 発表標題 光応答性液晶の種々の非晶性高分子に対する光可塑効果
3. 学会等名 SATテクノロジー・ショーケース2018
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 川田友紀, 山本貴広, 物部浩達, 安積欣志
2. 発表標題 動きを生みだすゲル - 液晶の刺激応答性を利用した材料開発 -
3. 学会等名 SATテクノロジー・ショーケース2018
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小池澗夏, 青柳隆夫, 木原秀元, 山本貴広
2. 発表標題 汎用樹脂を高付加価値化する光応答性可塑剤の開発
3. 学会等名 産総研中国センターシンポジウム in 岡山
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 川田友紀, 山本貴広, 物部浩達, 安積欣志
2. 発表標題 高分子物理ゲルのアゾベンゼン混合液晶中での光による可逆的な膨潤・収縮挙動
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山本貴広
2. 発表標題 光機能性液晶コンポジットを用いた自己修復材料の開発
3. 学会等名 日本レオロジー学会 高分子加工研究会第85回例会 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 山本貴広, 長谷川陸央, 川田友紀, 木原秀元, 永直文
2. 発表標題 光により自己修復性と粘接着性を発現する液晶性高分子複合材料の開発
3. 学会等名 第20回液晶化学研究会シンポジウム
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 山本貴広, 川田友紀, 木原秀元, 大野工司
2. 発表標題 Development of self-healing and self-supporting materials with polymer-brush-afforded silica particle - liquid-crystal composites
3. 学会等名 The 20th International Symposium on Advanced Display Materials and Devices (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 山本貴広
2. 発表標題 光応答性の粘接着材・自己修復材
3. 学会等名 新化学技術推進協会 先端化学・材料技術部会 新素材分科会 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 山本貴広
2. 発表標題 光粘接着材料
3. 学会等名 第2回構造接着研究シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小池滯夏, 山本貴広, 木原秀元, 青柳隆夫
2. 発表標題 高分子/光応答性液晶複合材料の光誘起物性変化に与える高分子の影響
3. 学会等名 SATテクノロジー・ショーケース2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山本貴広, 野口次郎, 木原秀元, 木下基, 武仲能子
2. 発表標題 Self-healing liquid-crystalline composite gels using photothermal effect of anisotropic gold nanoparticles
3. 学会等名 The 3rd Asian Conference on Liquid Crystals (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小池滯夏, 山本貴広, 木原秀元, 青柳隆夫
2. 発表標題 高分子 / 光応答性液晶複合樹脂の光粘接着性に与える高分子物性の影響
3. 学会等名 日本化学会 第97春季年会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 高分子化合物用硬さ調整剤及び光感応性複合材料	発明者 山本貴広, 木原秀元	権利者 産業技術総合研究所
産業財産権の種類、番号 特許、特願2018-003945	出願年 2018年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 高分子化合物用硬さ調整剤及び光感応性複合材料	発明者 山本貴広, 木原秀元	権利者 産業技術総合研究所
産業財産権の種類、番号 特許、特願2017-009122	出願年 2017年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	木原 秀元  (Kihara Hideyuki)  (60282597)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・材料・化学領域・研究部門付   (82626)	
研究分担者	高橋 和義  (Takahashi Kazuaki)  (60645208)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・材料・化学領域・研究員   (82626)	