

令和 5 年 8 月 23 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K05626

研究課題名(和文)磁気-光学活性ヘリカル磁性高分子の合成と磁気的性質

研究課題名(英文) Synthesis and magnetic properties of magneto-optically active helical polymers

研究代表者

後藤 博正 (HIROMASA, GOTO)

筑波大学・数理工学系・准教授

研究者番号：40292528

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：キラルな磁性ポリマーおよびコンポジットの作成を行った。また、液晶中で主鎖型らせん高分子のポリフェニルイソシアニドの精密合成を行い、この磁場配向を行った。またポリチオフェン骨格を有する立体規則性の高いキラル磁性ブロックコポリマーのリビング重合型の合成を行った。磁性ブロックとしてフェノキシラジカルを導入した。もう一方のモノマーブロックの側鎖にはキラルな置換基を導入した。これらの磁性を電子スピン共鳴(ESR)、超伝導量子干渉計(SQUID)で評価した。以上、磁性と光学活性を併せ持つ高分子物質の合成と物理化学的な物性の評価を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高分子磁性体とらせん高分子を融合した新しい光学活性らせん磁性体の研究である。磁性と光学活性を併せもつ高分子物質の合成と物理化学的な物性の評価を行った。本研究はポリマーキラル磁性や高分子スピントロニクスへの新たなアプローチとなる。また高分子の精密合成を基盤とする磁気-光学活性芳香族リビング重合への方向性を示すことができた。液晶と光学活性共役系高分子の合成手法を組み合わせ、電気-光学-磁気活性ヘリカル高分子を実現したことに学術的意義がある。

研究成果の概要(英文)：Chiral magnetic polymers and composites were prepared. We have also performed precision synthesis of polyphenylisocyanides in liquid crystals, which are main-chain helical polymers. We also synthesized living polymeric chiral magnetic block copolymers with a polythiophene moiety and high stereo-regularity. Phenoxy radicals were introduced as magnetic blocks. A chiral substituent was introduced into the side chain of the other monomer block. Their magnetism was characterized by electron spin resonance (ESR) and superconducting quantum interferometry (SQUID). In summary, we have synthesized polymeric materials with both magnetic and optically active properties and evaluated their physicochemical properties.

研究分野：高分子化学

キーワード：磁性 高分子合成 繊維科学 キラリティー らせん高分子 電子スピン共鳴 超伝導量子干渉計 X線回折

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

金属原子を含まない、有機化合物のみでスピンを配列させる有機磁石の研究が過去に盛んになされてきた。厳密に設計された低分子および高分子化合物において、低温で分子内スピンの強磁性的多重項状態が確認され、それまでの有機磁性体の研究が完成された。また、光学活性高分子の研究が近年盛んになされ、光学活性ならせん高分子が合成されてきた。現在、新しい共役系高分子の開発が展開されている。物理分野では近年磁性体に関する様々な新しい現象が報告されている。例えばトポロジカル磁性体やヘリカル磁性体の研究が活発になされている。しかし、無機化合物の場合、左手または右手にらせんの偏ったヘリカル光学活性磁性体の作成は困難な現状である。また有機化合物では可能である目的とする機能に合わせた自由な分子設計が無機化合物の場合は難しい。

また、カーボンの研究もますます活発になり、反磁性グラファイトの磁気浮上および光による動的制御など強磁性でない炭素材料の新しい現象が注目を集めている。先行研究として金属原子を含まない高分子型有機磁性体の研究がなされ、低温での強磁性的スピン配列が実現した。同じく低分子電荷移動錯体による強磁性体の研究が有機超伝導体の開発と並行して行われた。しかし有機強磁性は実現した一方で、分子の熱振動の影響で室温付近での有機化合物におけるスピンの強磁性的配列が難しいことが分かってきた。我々は現在まで、この爆発的な有機磁性体の研究時代から磁性高分子の取り組みを続けてきた。

この有機磁性体の研究背景とともに、今までに液晶反応場で電解重合法(液晶電解重合)により光学活性なヘリカル共役系高分子を合成する手法を開発した。この方法で合成した高分子の電気伝導を担うキャリアーであるスピンのヘリカル状態にあることを明らかにした。そして現在までの有機磁性体と共役系ヘリカル高分子研究の背景をもとに、有機磁性高分子のスピン部位がヘリカル状態にあるならば、これが光学活性でヘリカルな高分子磁性体を実現することができるはずであるという考察に至った。ヘリカル磁性高分子が作成できれば、スピンのヘリカル配置による磁気光学回転などの新しい現象が期待できる。そして、有機発光素子、有機電池や有機太陽電池開発に続く高分子による新しい磁気デバイスの開発につながる。

2. 研究の目的

常磁性スピンは外部磁場により強磁性体のように一方向に配列する。また常磁性体をヘリカル状態にすれば、スピンも巨視的にヘリカル状態を形成し、スピン自体が分子配列的にカイラリティーを形成する。本研究では高分子強磁性の研究を経て、常磁性種と共役系高分子のカイラリティーを組み合わせた「高分子スピнкаイラリティー」の実現を目指して物理分野の無機化合物とは異なる、自在に分子設計が可能な高分子化学の手法をもってヘリカルスピンを合成することを目的とする。これを行うため、まずキラル高分子の合成を行い、次に安定ラジカルをもつ光学活性共役系高分子を合成し、その磁性を評価した。

3. 研究の方法

キラルでヘリカル構造をもつ磁性高分子を合成するために、天然キラル化合物の利用や合成キラル液晶反応場を利用し、これをホストあるいは反応場としてキラル複合体(キラルコンポジット)および合成ポリマーを作成する。合成系では安定ラジカル前駆体および光学活性置換基を側鎖にもつモノマーの合成を行う。得られた高分子の磁気物性を超電導量子干渉計(SQUID)および

電子スピン共鳴(ESR)により評価する。さらに光学活性を ESR と円偏光二色性スペクトル(CD)で調査する。また偏光顕微鏡でその表面構造を観察しこれを磁性と光学活性と合わせて考察する。

4 . 研究成果

現在までにキラルなコレステリック液晶を電解液とし、ここで電解重合を行うことにより、キラルなモノマーからキラルな高分子を得る手法(液晶電解不斉重合)とキラルな液晶溶媒中で高分子合成を行う手法(液晶溶媒不斉重合)の2つのキラル転写重合法により安定ラジカルをもつ共役系高分子を合成し、光学活性な置換基をもたない一方で、キラルな π スタッキングによる構造型キラリティーをもつ高分子を合成した。

電解重合法を用いて導電性高分子を合成する際に、テンプレートとして液晶や生体材料といった高次構造を有する材料を使用することで、テンプレート由来の構造を転写させたポリマーの合成を行った。液晶反応場の作成として、ネマチック液晶にキラル化合物(キラルインデューサー)を加え、ヘリカルな液晶反応場を作成した。ここで3成分液晶を使い不安定な液晶相であるブルー相の安定化も行った。次に液晶中でモノマーを化学重合によるオリゴマー化し、引き続いて電解重合を行うW-STEP重合を行うことで液晶の構造をポリマーに効果的に転写させることを行った。また、キラルインデューサーとして天然キラル物質も用いた。ネマチック液晶である5CBとサイクロスポリンを混合することで、コレステリック液晶を作成した。ここで電解重合を行い、指紋状構造を転写したポリマー薄膜を得た。サイクリックボルタンメトリーを用いた電気化学測定において、得られたポリマーフィルムは可逆的な酸化・還元特性を示した。*in situ* UV-vis 測定により、電気化学的なドーピングによって電子状態の変化を確認した。さらに放射光XRD測定によって分子間のスタッキング構造に由来するシグナルを観測した。さらに混合系のモノマーを溶解した液晶電解液を作成し、液晶中でのポリマーブレンド電解合成を行った。得られたポリマーは電圧によって楕円率を制御できた。

またフランの重合をコレステリック液晶マトリックス中でW-STEP重合を用いて行った。しかし、ポリフランの場合、光学活性を示したが巨視的な転写は行われなかった。これより巨視的な指紋状構造の形成は光学活性には必須条件ではないことがわかった。

また、液晶中での電解重合の指示塩として 7,7,8,8-tetracyanoquinodimethane (TCNQ)を用いた。TCNQ は電荷移動(CT)錯体を形成するための電子受容体分子として知られている。赤外線吸収スペクトルの結果は、重合に用いた TCNQ が支持塩として作用するだけでなく、重合後の poly(*bis*EDOT)とともに存在し電荷移動錯体を形成することを示した。

2種類モノマーユニットからなるキラルポリマーブレンドの作成や光学活性を光異性で制御できるアゾベンゼンユニットをもつヘリカルポリマーの合成を行った。そして磁場中での電解重合を行い、電気化学的ドーピング脱ドーピングで直線偏光性を制御できるポリマーの合成を行った。重合法を検討する過程でポリアニリンをキラル液晶中および有機溶媒中でヨウ素を使って合成する方法も見出した。これらの磁性を ESR で評価した。旋光分散と ESR の結果から、キャリアがらせん状の分子鎖の上を移動していることが示唆された。

さらに天然繊維やキラルな生理活性物質とコンポジットを作成し、キラルな磁性コンポジットの作成を行った。まず、天然キラル繊維(レーヨン)の再生反応場によるポリアニリンを用いたキラルコンポジットの合成を行い、このコンポジットのキャリアであるポーラロンの発生を ESR により確認した。また薄膜で構造色を示すポリアニリンの合成を行い、その光学吸収と反射スペクトルの測定を行った。次にセルロース誘導体(エチルセルロース)を用いてファイバー状

の導電性高分子のポリピロールコンポジットを作成し、特性評価を行った。ポリピロールファイバーの導電性およびトランジスタ特性を評価した。特に時定数と周波数の関係を調べた。立ち上がり時間、時定数ともに周波数にかかわらずほぼ一定だった。このことから立ち上がり時間と時定数の値を算出した。立ち上がり時間は $7.7 \times 10 \mu\text{s}$ 、時定数は $1.3 \times 10 \mu\text{s}$ となった。以上の光学活性コンポジットの実験結果を踏まえて、磁性を示す光学活性導電性高分子を得るために、希土類磁性物質と天然キラル高分子であるパルプとポリアニリンをNd錯体の存在下で合成することでコンポジットを作成した。得られたコンポジットのEPMAによる表面元素分析からNBKP表面にポリアニリンとNdがデポジットされていることが分かった。赤外線吸収スペクトルの測定結果からは、NBKPにこれらが複合化されていることが分かった。このシートは電気抵抗の温度変化の測定から三次元バリアブルレンジホッピングを示すことが分かった。ESR測定より、ポリアニリン由来のシグナルとNd錯体由来のシグナルを観測した。さらにSQUIDによる磁気測定の結果パウリの常磁性を示すことが分かった。

光学活性なグルコン酸鉄とポリアニリンの磁性コンポジットの合成を行い、マイクロ波の強度により ESR の値を制御できることを見出した。次に、天然キラル物質であるヘモグロビンとポリアニリンのコンポジット合成を行い、この光学活性と常磁性を確認した。また、ヘリカル構造をもつ微生物スピルリナとポリアニリンのコンポジットを作成し、得られたコンポジットが巨視的に高分子がヘリカル構造を成し、キャリアーであるポーラロンがこれに沿って伝搬することを調べた。さらにポリアニリンと天然光学活性繊維であるミノムシシルクとの複合体を合成し、この電気伝導性の評価、磁性と光伝送を確認した。キラル体を考察する上で天然の昆虫の翅がコレステリック液晶型のらせん型積層構造をもつことから、合成高分子と比較するために、この鞘ばねの観察を行った。昆虫の外骨格がマイクロレベルでヘリカル状のスタック構造をもつことを確認するとともに、その内部にコレステリック液晶に見られる球晶由来のマルターゼクロス光学構造を確認した。これは昆虫観察において今までに確認されていなかったものであり、合成高分子の研究から異なる分野の知見を得た。

化学合成法を用いて芳香族共役系光学活性コポリマーの合成を行った。ここでは光学活性や液晶性をもつモノマーユニットとこれをもたないユニットの共重合を行った。チオフェンユニットと、光学活性（ピネン誘導体）および液晶性をもつユニット（ピリミジン液晶）とを Stille カップリングで化学重合しその物性を測定した。光学活性側鎖を導入したポリチオフェンコポリマーは光学活性を示した。液晶性側鎖を導入したポリチオフェン誘導体はピリミジン液晶モノマー単体で観察された液晶相と異なるスメクチック相を示した。

さらに、液晶中で主鎖型らせん高分子であるポリフェニルイソシアニドを、精密合成し光学特性の測定結果から、らせん構造を評価した。合成後のポリフェニルイソシアニドの磁場配向を行ったところ、磁場印加方向に明確に応答した異方的な凝集体が確認され、この手法による高分子磁場配向を確認した。放射光X線回折では異方的な凝集によるらせん主鎖間の繰り返し構造を確認した。

次に、安定ラジカルをもつポリマーのコレステリック液晶中合成を行った。まず、安定ラジカル前駆体および光学活性置換基を側鎖にもつモノマーの合成を行った。次に液晶電解液の作成と液晶電解液中での電解重合を行い、この磁気的な挙動をSQUIDにより測定した。この高分子は、側鎖にスピン源となるラジカルをもち、高分子主鎖の集合体がヘリカルならせん構造をもつために、ヘリカル磁性を示す。得られたポリマーの赤外線吸収スペクトル、核磁気共鳴スペクトルおよび質量分析測定を行い、分子構造を確認した。この高分子は、液晶の指紋状会合状態を転写しているため、指紋状のモルフォロジーをもつ。無機強磁性体の磁気ドメインもこれと似た指紋

状の構造をもつためにこの関連性も興味深い。

側鎖にニトロキシラジカルをもつポリアニリン誘導体をヘリカルなコレステリック液晶を示す HPC で合成した。このアニリン誘導体は HPC のヘリカル構造をポリマーアロイとして転写している。SQUID による磁氣的測定の結果、常磁性を示すことが分かった。これにより電気-磁気-光学活性ポリマーブレンドを作成した。さらにキラルな液晶電解液を作成し、ここで、磁性をもつモノマーを重合してキラル磁性ポリマーを合成するために、キラル液晶電解液を作成した。いずれの光学活性なポリマーおよびコンポジットの磁氣的測定を行い、カイラルチャージキャリア「カイラリオン」の存在を確認した。

ポリチオフェン骨格を有する立体規則性の高いキラル磁性ブロックコポリマーをグリニャール試薬を用いてリビング重合型の合成を行った。磁性ブロックとしてフェノキシラジカルを導入した。もう一方のモノマーブロックの側鎖にキラルな置換基を導入した。本研究で合成したブロック共重合体は、高い立体規則性を有している。また、キラル置換基の影響により、キラル凝集体が形成された。立体規則性の高いことから、溶解性も向上したため、¹H NMR や GPC などの分子構造解析をより精密に行うことができた。ここで、キラルブロックは側鎖にキラル置換基を有するポリチオフェンであり、磁性ブロックの前駆体は側鎖に嵩高い置換基で保護されたフェノキシラジカル部位を有するポリチオフェンである。まず、各ホモポリマーの反応条件を検討した。最適な条件を設定して重合することにより、立体規則性が高く、分散性が 1.28 以下のポリマーを合成した。次にブロック共重合体を同条件で重合した。この条件で、分子量 24,100 (キラルブロック: 12,100)、分散度 1.35 の高立体規則性ブロック共重合体が合成された。このポリマーは凝集過程でキラルな凝集体を形成した。SQUID 測定から反強磁性をもつことが示唆された。以上、磁性と光学活性を併せ持つ高分子物質の合成に成功し、物理化学的な物性を評価を行った。本報告は、ポリマーキラル磁石や高分子スピネレクトロニクスへの新たなアプローチを提供するものである。さらに、高分子の精密合成をコンセプトとするリビング重合の反応系を工夫することで、磁気 - 光学活性芳香族リビング重合への方向性を示すことができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 17件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Kyoka Komaba, Hiromasa Goto	4. 巻 61
2. 論文標題 Hydroxypropyl cellulose/poly(aniline-co-pyridine-oid) as a liquid crystal polymer/polyradical blend with helical magnetic structure	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Polymer-Plastics Technology and Materials	6. 最初と最後の頁 751-760
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/25740881.2021.2015780	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 Ryo Miyashita, Shigeki Nimori, Hiromasa Goto	4. 巻 4
2. 論文標題 Electro-Magneto-Optically Active Polyaniline/Hydroxypropyl Cellulose Composite	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ACS Applied Polymer Materials	6. 最初と最後の頁 796-805
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsapm.1c01129	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 Hiromasa Goto, Kyoka Komaba, Naoto Eguchi, Masanori Toyofuku, and Nobuhiko Nomura	4. 巻 60
2. 論文標題 A possibility of polaron vortex magnet of polypyrrole prepared in virus liquid crystal	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Polymer Science	6. 最初と最後の頁 90-96
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pol.20210585	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 Kyoka Komaba, Hiromasa Goto	4. 巻 5
2. 論文標題 An Attempt of Migita-Kosugi-Stille Type Polycondensation at Room Temperature	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Futurum	6. 最初と最後の頁 71-74
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 Kyoka Komaba, Nobuhiko Nomura, & Hiromasa Goto	4. 巻 71
2. 論文標題 Electrochemical Polymerization in a Biological Communication Material	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials	6. 最初と最後の頁 148-154
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00914037.2020.1809408	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 Kyoka Komaba, Hiromasa Goto	4. 巻 24
2. 論文標題 Ultrasonic helical coil electrochemical reactor for simultaneous electrolysis-sonification-electrochemical polymerization, and applications for pollen cleaning	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Designed Monomers and Polymers	6. 最初と最後の頁 343-350
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15685551.2021.200355	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yusuke Koshikawa, Hiromasa Goto	4. 巻 5
2. 論文標題 Magnetic behavior of an iron gluconate/polyaniline composite	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Composite Science	6. 最初と最後の頁 252
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/jcs5090252	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Mai Ichikawa, Hiromasa Goto	4. 巻 8
2. 論文標題 Hemoglobin-Polyaniline Composite and Electrochemical Field Effective Transistors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Composite Science	6. 最初と最後の頁 236
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/jcs5090236	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Dong, Jiuchao, Shigeki Nimori, and Hiromasa Goto	4. 巻 13
2. 論文標題 Conjugated Polymer Films Having a Uniaxial Molecular Orientation and Network Structure Prepared by Electrochemical Polymerization in Liquid Crystals	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polymers	6. 最初と最後の頁 2425
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/polym13152425	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 Roan Ito, Hiromasa Goto	4. 巻 723
2. 論文標題 Synthesis of aromatic liquid crystal -conjugated copolymers bearing three-ring pyrimidine-based mesogens, and optical texture observations	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecular Crystals and Liquid Crystals	6. 最初と最後の頁 33-44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15421406.2021.1897943	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 Roan Ito, Takuya Yonehara, Hiromasa Goto	4. 巻 12
2. 論文標題 Synthesis of a series of optically active polythiophene derivatives bearing myrtanoxy group	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polymer-Plastics Technology and Materials	6. 最初と最後の頁 1308-1316
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/25740881.2021.1888992	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 Mai, Ichikawa, Hiromasa Goto	4. 巻 75
2. 論文標題 A new synthetic route for the production of a thiophene-based methine-bridged type conjugated polymer	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemical Papers	6. 最初と最後の頁 5133-5138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11696-021-01536-8	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 Kyoka Komaba, Hiromasa Goto	4. 巻 60
2. 論文標題 A polyaniline/shark skin composite and its conductivity based on polaron hopping	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polymer-Plastics Technology and Materials	6. 最初と最後の頁 906-916
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/25740881.2020.1867172	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 Miyashita Ryo, Goto Hiromasa	4. 巻 738
2. 論文標題 Preparation of polyaniline in organic liquid crystal solvent	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Molecular Crystals and Liquid Crystals	6. 最初と最後の頁 1~7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/15421406.2021.2017104	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 Komaba Kyoka, Goto Hiromasa	4. 巻 139
2. 論文標題 Preparation of bagworm silk/polyaniline composite	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Applied Polymer Science	6. 最初と最後の頁 51791 ~ 51791
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/app.51791	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 Goto Hiromasa, Komaba Kyoka, Kumai Reiji	4. 巻 150
2. 論文標題 Sequential micro-Maltese cross array in the ground beetle <i>Carabus insulicola</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Micron	6. 最初と最後の頁 103136 ~ 103136
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.micron.2021.103136	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 Dong Jiuchao, Nimori Shigeki, Goto Hiromasa	4. 巻 13
2. 論文標題 Conjugated Polymer Films Having a Uniaxial Molecular Orientation and Network Structure Prepared by Electrochemical Polymerization in Liquid Crystals	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polymers	6. 最初と最後の頁 2425 ~ 2425
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/polym13152425	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計23件(うち招待講演 0件/うち国際学会 4件)

1. 発表者名 宮下 椋、後藤博正
2. 発表標題 ポリアニリンをベースにしたラジカルポリマーを用いたらせん状有機マグネットの開発
3. 学会等名 第31回日本MRS年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮下 椋、熊井玲児、後藤博正
2. 発表標題 三元系ブレンドによるブルー相をもつ液晶の作製
3. 学会等名 第31回日本MRS年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮下 椋、後藤 博正
2. 発表標題 ヘリカルセルロース液晶中で合成したポリアニリン -ヘリカル磁気ポーラロンの可能性
3. 学会等名 第15回日本磁気科学学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮下 椋, 後藤 博正
2. 発表標題 セルロース誘導体を用いたキラル磁気活性ポリアニリンコンポジットの作成と評価
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 駒場京花, 大瀧雅士, 熊井玲児, 二森茂樹, 後藤博正
2. 発表標題 液晶性と発光性をあわせもつ導電性高分子の電磁氣的性質の評価
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 駒場京花, 熊井玲児, 後藤博正
2. 発表標題 再生繊維と導電性高分子を複合化した導電性繊維材料の性質と 電子デバイスへの応用
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 駒場 京花, 大瀧 雅士, 熊井 玲児, 二森 茂樹, 後藤 博正
2. 発表標題 液晶性と発光性をあわせもつ二置換ポリアセチレンの 合成と伝導電子に由来する電磁氣的性質の評価
3. 学会等名 第70回高分子討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 駒場 京花, 野村 暢彦, 熊井 玲 児, 後藤 博正
2. 発表標題 アポトーシスを誘起するシグナル伝達物質中での電解重合による構造転写
3. 学会等名 第70回高分子討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 米原 卓哉、林 宏紀、二森 茂樹、熊井 玲児、後藤 博正
2. 発表標題 磁場を用いたキラルポリフェニルイソシアニドらせんの配向
3. 学会等名 第70回高分子学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 駒場 京花、熊井 玲児、後藤 博正
2. 発表標題 ヘモグロビンとポリアニリンコンポジットの電磁気特性
3. 学会等名 第70回高分子学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 駒場 京花、後藤 博正
2. 発表標題 海洋生物と導電性高分子によるバイオ/合成コンポジットの 作成と電子デバイスへの応用
3. 学会等名 第70回高分子学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮下 椋, 後藤博正
2. 発表標題 ポリアニリン/液晶セルロース: レーザー導波型 オプティカルファイバーの作成と性質評価
3. 学会等名 2021年繊維学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 米原卓哉, 駒場 京花, 後藤博正
2. 発表標題 海水を用いたポリアニリン/セルロースコンポジット材料の合成
3. 学会等名 2021年繊維学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 喜多 透, 後藤博正
2. 発表標題 導電性高分子/無機複合繊維の合成と性質
3. 学会等名 2021年繊維学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 越川裕介, 後藤博正
2. 発表標題 グルコン酸鉄/ポリアニリン複合セルロースシートの作製
3. 学会等名 2021年繊維学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 駒場京花、後藤博正
2. 発表標題 シルク繊維を用いた導電性繊維材料の作成とデバイスへの応用
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮下 棕、二森茂樹、後藤博正
2. 発表標題 液晶中におけるピチオフェンの磁性電解重合とポーラロンの直線偏光スイッチング特性
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 駒場京花・熊井玲児・後藤博正
2. 発表標題 生体活性物質をキラルインデューサーに用いた液晶中電解重合
3. 学会等名 第69回 高分子年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 米原卓哉・後藤博正
2. 発表標題 導電性らせん高分子とテトラシアノキノジメタン (TCNQ) からなる光学活性電荷移動錯体
3. 学会等名 第69回 高分子年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mai Ichikawa, Hiromasa Goto
2. 発表標題 A New Synthetic Route for the Production of a Thiophene-Based Methine-Bridged Type Conjugated Polymer
3. 学会等名 MANA international symposium 2021 jointly with ICYS (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryo Miyashita, Hiromasa Goto
2. 発表標題 Conducting polymer Blend Polyaniline / Hydroxypropyl Cellulose.
3. 学会等名 MANA international symposium 2021 jointly with ICYS (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yusuke Koshikawa, Hiromasa Goto
2. 発表標題 Synthesis of Polyaniline with Fullerenes Nanotube Peapods
3. 学会等名 MANA international symposium 2021 jointly with ICYS (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Toru Kita, Hiromasa Goto
2. 発表標題 Presentation Title; Synthesis and properties of conductive polymer/inorganic composites textile
3. 学会等名 MANA international symposium 2021 jointly with ICYS (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔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
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------