

令和 3 年 4 月 22 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K05884

研究課題名(和文)らせん高分子の分子形態に立脚したキラル分離メカニズムの解明

研究課題名(英文) Chiral separation mechanism on the basis of the molecular conformation of helical polymers

研究代表者

寺尾 憲 (Terao, Ken)

大阪大学・理学研究科・准教授

研究者番号：60334132

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：アミロース誘導体をはじめとしたらせん高分子について研究を行い、主に以下の成果を得た。らせん高分子の局所らせん構造が、希薄溶液中、線状鎖と環状鎖で有意に異なることを明らかにした。線状鎖および環状鎖由来のキラルカラムを実際に作製し、キラル分離能を決定した。線状鎖と環状鎖でキラル分離能に顕著な違いがみられたことから、アミロース誘導体の局所らせん構造がキラル分離に重要な役割を果たすことを明らかにした。濃厚溶液中で分岐および環状らせん高分子が液晶相を形成すること、そして希薄溶液中とは異なる分子形態を持つことを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

線状鎖と環状鎖を用いることにより、剛直な高分子鎖の局所分子形態に有意な違いが生じることが明らかにされた。これらの高分子を用いて、光学活性な化合物の純度決定や分離に用いられるキラル分離カラムを調製したところ、その分離特性に大きな違いが見られた。キラル分離カラム中の高分子鎖の分子形態がキラル分離能に重要な役割を果たすことが明らかにされた。

研究成果の概要(英文)：Helical polymers, including amylose derivatives, were studied to obtain the following results. (1) It was clarified that the local helical structure of linear and ring chains in dilute solution are appreciably different from each other. (2) Chiral columns were prepared from cyclic and linear chains to determine the chiral separation ability. Remarkable difference in chiral separation ability were found between the cyclic and linear chains, indicating that the local helical structure of amylose derivatives plays an important role in chiral separation. (3) Lyotropic liquid crystallinity was found both for rigid star and rigid ring polymers in a concentrated solution, and furthermore, the molecular conformation in the concentrated solution was different from those in dilute solution.

研究分野：高分子溶液

キーワード：光学分割 高分子 らせん 高速液体クロマトグラフィー 光散乱 小角X線散乱 放射光

1. 研究開始当初の背景

医薬品の有効成分は、不斉炭素を持つ有機化合物の片方のエナンチオマーであることが多く、その調製には天然物からの抽出・誘導の他、不斉合成やキラル分離が必要になる。このため、キラル分離カラムを用いた精製や製品分析が重要となる。キラル分離カラムの原料として最も高いシェアを持つのが多糖誘導体を分離担体に用いたカラムである[1]。しかし、キラル物質分離のメカニズムには不明な点が多く、新規物質の分離には試行錯誤が伴う。工業的スケールでの分離精製にキラルカラムを利用する場合、分離効率が精製コストに与える影響は大きく、最適条件探索のカギとなる分子論的な分離メカニズムの解明が望まれていた。

2. 研究の目的

最近、溶液中での高分子の分子形態は、放射光小角 X 線散乱とサイズ排除クロマトグラフィーを組み合わせることでより迅速に決定できるようになってきた。最近我々は種々のアミロース誘導体について調査し、非常に多くの溶剤に溶解し、置換基と溶媒の異なる 33 の組み合わせについてその分子形態を詳細に決定した[2-10]。この結果、剛直性とらせん構造の両方が置換基や溶媒との水素結合状態の変化によって著しく変化する、特に図 2 の B 群は、高分子に水素結合する低分子が分子形態に強く影響することを示した。さらに、乳酸エチルなどのキラル溶媒中では、溶媒のキラリティ変化に伴って分子形態が顕著に変わることを[2,4,5]を示した。このことは、多糖誘導体の分子形態とキラル分離能に相関があることを示唆する。そこで多糖誘導体の溶液中の分子形態と分子間相互作用の知見と分離挙動を調べることで、多糖誘導体の分子論的な分離メカニズムの解明を目指した。

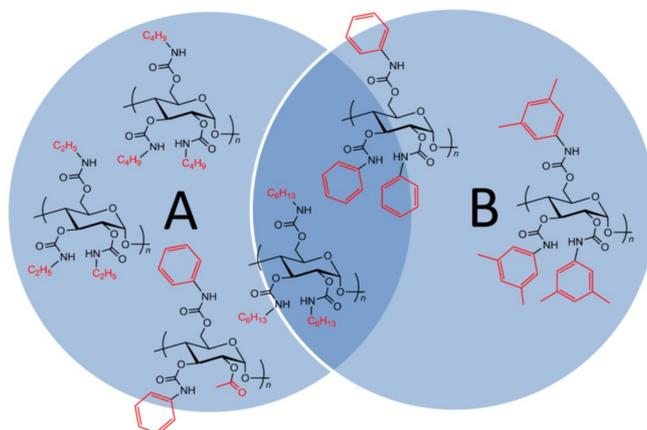


図 1. アミロース誘導体の剛直性の起源。A:分子内水素結合が重要な系、B:溶媒分子との水素結合に伴う内部回転の制限が重要な系。

3. 研究の方法

数種類の線状および環状アミロース誘導体についてキラル分離カラムを物理吸着法、化学結合法の両方を用いて調製し、それらの分離挙動を調べた。また、これらについて、いくつかの溶媒中における分子形態を小角 X 線散乱法、光散乱法などを用いて決定した。特に環状鎖と線状鎖の局所らせん構造の違いに着目して、キラル分離能の違いを精密に調査した。さらに、キラルカラムの分離担体表面にはアミロース誘導体が高密度で吸着されているが、この分子形態を予想するため線状および環状アミロース誘導体の濃厚溶液の液晶の構造についても調査した。これに関連して、キラル分離能が期待される多糖および合成高分子についての分子形態および液晶相についての研究を行った。

4. 研究成果

(1) 多糖誘導体の局所分子形態とキラル分離能

多糖誘導体の一つであるアミローストリス(3,5-ジメチルフェニルカルバメート)(ADMPC)は光学異性体分離カラムの担体として広く用いられている。この光学異性体分離カラムの性能は、基材であるシリカへの多糖誘導体の固定化方法に強く依存することが知られているが、その理由については必ずしも明らかになっていない。まず最初に我々は、環状アミロースから環状のADMPC(cADMPC)を合成し、その溶液中における分子形態を精密に調査した。その結果、cADMPCはADMPCよりも局所的に引き伸ばされらせん構造を持つこと、そして環状鎖の剛直性がADMPCより低いことを見出した。そこで、ADMPC及びcADMPCを用いてキラルカラムを作製して光学異性体の分離能を詳細に調べ、多糖誘導体の局所分子形態との相関を明らかにすることを試みた。

物理吸着法により作製された環状鎖キラルカラムは線状鎖(ADMPC)のものとはかなり異なる性能を持ち、ラセミ化合物によって環状鎖カラムでのみ分離が可能なもの、そして線状鎖でのみ分離されるものの双方が見出された(図2)。この結果はADMPCの局所らせん構造の違いがキラル分離能に影響を与えていることを強く支持する。さらに、ADMPCを多点でシリカ粒子に化学結合

させたキラルカラムは環状鎖由来のものに近い分離能をもつこともわかった。この多点結合により、ADMPc 鎖の局所構造が環状鎖に近くなるためと考えられる。

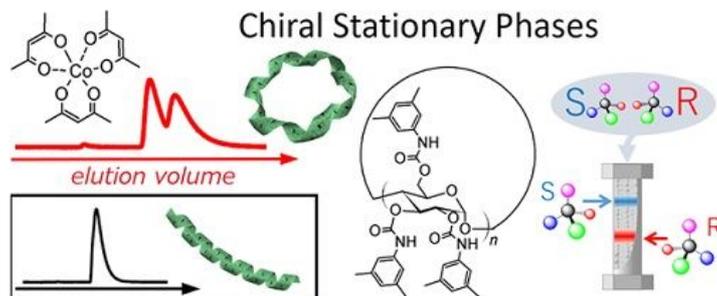


図 2. 環状と線状のアミロース誘導体のキラル分離能の違い。

(2) 剛直な星型鎖・環状鎖の濃厚溶液が示すリोटロピック液晶性

剛直な高分子の濃厚溶液は液晶性を示す。この現象は線状高分子についてはよく知られているが、分岐や環状構造をもつ高分子についてはほとんど報告がない。

まず最初に我々は 3 本腕ポリ(キノキサリン 2,3-ジイル)がテトラヒドロフラン (THF) 中で剛直な星型鎖としてふるまうことを示した。本研究ではまず、線状鎖の THF 濃厚溶液がリोटロピック液晶性を示し、その相図が可変尺度粒子理論 (SPT) で説明できることを確認した。さらに 3 本腕星型鎖濃厚溶液もリोटロピック液晶性をもつことを発見した (図 3)。X 線回折の結果を勘案し、図 2 右上に示す配列を仮定し、SPT を星型鎖に拡張して得られた相図と比較したところ星型鎖の等方 - 液晶相図をほぼ定量的に説明できた。

さらに溶液中で剛直鎖となる線状および環状のアミロストリス (*n*-オクタデシルカルバメート) が有機溶剤 (THF、2-オクタノン) 中で液晶相を形成することを発見した (図 4)。線状鎖の等方 - 液晶相図が SPT で説明できるのに対し、環状鎖の液晶相は線状鎖よりも少し高い濃度領域に出現し、その鎖長依存性は液晶相中で環状鎖が棒状の構造をとるとしたモデルで説明できることを示した。これらの結果は等方相中と液晶相中で環状鎖の分子形態が大きく異なることを示す。

分岐構造や環状構造を持つ高分子の液晶相中での分子形態が希薄溶液中と大きく異なることは、これまでほとんど研究例のない剛直な非線状鎖の濃厚溶液の物性を、希薄溶液中における分子形態と線状鎖の濃厚溶液についての知見のみから簡単に予測できるものではないことを示している。

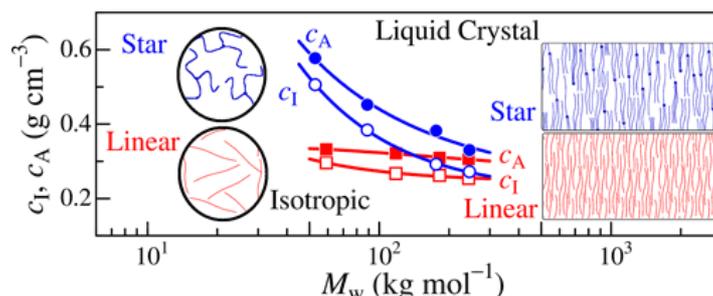


図 3. 3 本腕星型ポリキノキサリン (2,3-ジイル) の THF 濃厚溶液の等方 - 液晶相図と、希薄相 (左) および濃厚相 (右) 中の高分子鎖の模式図。

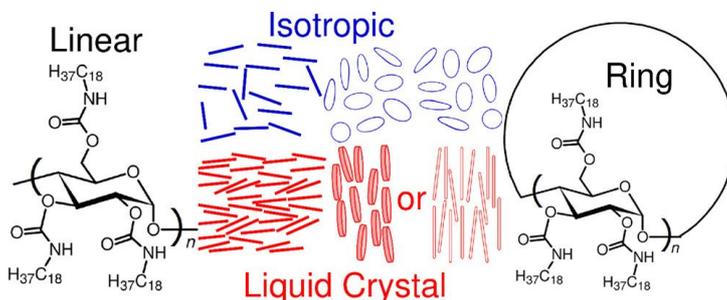


図 4. 線状および環状アミロストリス (オクタデシルカルバメート) の化学構造と、濃厚溶液中における分子形態の推定図。

<引用文献>

- [1] J. Shen, T. Ikai, and Y. Okamoto, *J. Chromatogr. A*, 1363, 51-61 (2014).
- [2] 寺尾 憲, *Cellulose Communications*, **23**, 71-75 (2016).
- [3] 寺尾 憲, *熱測定*, **42**, 69-75 (2015).
- [4] K. Terao, F. Maeda, K. Oyamada, T. Ochiai, S. Kitamura, T. Sato, *J. Phys. Chem. B*, **116**, 12714-12720 (2012).
- [5] S. Arakawa, K. Terao, S. Kitamura, T. Sato, *Polym. Chem.*, **2**, 472-478 (2012).
- [6] T. Ochiai, K. Terao, Y. Nakamura, C. Yoshikawa, T. Sato, *Polymer*, **53**, 3946-3950 (2012).
- [7] M. Tsuda, K. Terao, S. Kitamura, T. Sato, *Biopolymers*, **97**, 1010-1017 (2012).
- [8] M. Tsuda, K. Terao, Y. Nakamura, Y. Kita, S. Kitamura, T. Sato, *Macromolecules*, **43**, 5779-5784 (2010).
- [9] K. Terao, M. Murashima, Y. Sano, S. Arakawa, S. Kitamura, T. Norisuye, *Macromolecules*, **43**, 1061-1068 (2010).
- [10] Y. Sano, K. Terao, S. Arakawa, M. Ohtoh, S. Kitamura, T. Norisuye, *Polymer*, **51**, 4243-4248 (2010).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計20件（うち査読付論文 18件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 Terao Ken, Otsubo Mari, Abe Masahiro	4. 巻 36
2. 論文標題 Complex Formation of Silica Nanoparticles with Collagen: Effects of the Conformation of Collagen	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 14425 ~ 14431
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.0c02867	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 Kimura Shunji, Kochi Ryotaro, Kitamura Shinichi, Terao Ken	4. 巻 2
2. 論文標題 A Temperature Responsive Polysaccharide Derivative in Aqueous Solution: Amylose Ethyl Carbamates	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Applied Polymer Materials	6. 最初と最後の頁 2426 ~ 2433
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsapm.0c00366	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 Hasegawa Hirokazu, Terao Ken, Sato Takahiro, Nagata Yuuya, Suginome Michinori	4. 巻 52
2. 論文標題 Lyotropic Liquid Crystallinity of Linear and Star Poly(quinoxaline-2,3-diyl)s: Isotropic-Liquid Crystal Phase Equilibria in Tetrahydrofuran	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 3158 ~ 3164
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.9b00460	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 Kameyama Yuki, Kitamura Shinichi, Sato Takahiro, Terao Ken	4. 巻 35
2. 論文標題 Self-Assembly of Amphiphilic Amylose Derivatives in Aqueous Media	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 6719-6726
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.9b00985	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 Ryoki Akiyuki, Kimura Yuto, Kitamura Shinichi, Maeda Katsuhiro, Terao Ken	4. 巻 1599
2. 論文標題 Does local chain conformation affect the chiral recognition ability of an amylose derivative? Comparison between linear and cyclic amylose tris(3,5-dimethylphenylcarbamate)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Chromatography A	6. 最初と最後の頁 144 ~ 151
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chroma.2019.04.019	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 Ishida Saki, Yoshida Tasuku, Terao Ken	4. 巻 51
2. 論文標題 Complex formation of a triple-helical peptide with sodium heparin	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 1181 ~ 1187
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-019-0234-z	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 Kim DongChan, Ryoki Akiyuki, Kabata Daigo, Kitamura Shinichi, Terao Ken	4. 巻 52
2. 論文標題 Lyotropic Liquid Crystallinity of Linear and Cyclic Amylose Derivatives: Amylose Tris(n-octadecylcarbamate) in Tetrahydrofuran and 2-Octanone	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 7806 ~ 7811
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.9b01917	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 Tomofuji Yu, Yoshida Kazuto, Christensen Bjorn E., Terao Ken	4. 巻 185
2. 論文標題 Single-chain conformation of carboxylated schizophyllan, a triple helical polysaccharide, in dilute alkaline aqueous solution	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Polymer	6. 最初と最後の頁 121944 ~ 121944
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymer.2019.121944	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 該当する

1. 著者名 寺尾 憲, 領木 研之	4. 巻 48, 10
2. 論文標題 多糖誘導体のキラル分離能における高分子性 分子認識能と分子形態(らせん構造, 剛直性)の相関	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 月刊ファインケミカル	6. 最初と最後の頁 5-12
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 -

1. 著者名 TERAO Ken, JIANG XinYue, RYOKI Akiyuki, HASEGAWA Hirokazu	4. 巻 75
2. 論文標題 Molecular Conformation and Intermolecular Interactions of Linear, Cyclic, and Branched Polymers in Solution by Means of Synchrotron-Radiation Small-Angle X-ray Scattering	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 KOBUNSHI RONBUNSHU	6. 最初と最後の頁 254 ~ 264
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1295/koron.2017-0088	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 Hasegawa Hirokazu, Nagata Yuuya, Terao Ken, Suginome Michinori	4. 巻 50
2. 論文標題 Synthesis and Solution Properties of a Rigid Helical Star Polymer: Three-Arm Star Poly(quinoxaline-2,3-diyl)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Macromolecules	6. 最初と最後の頁 7491 ~ 7497
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.macromol.7b01797	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 寺尾 憲, 蒋 昕悦, 領木 研之, 長谷川 博一	4. 巻 -
2. 論文標題 放射光小角X線散乱法による線状・環状・分岐高分子の溶液中における分子形態および分子間相互作用の研究	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 高分子論文集	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1295/koron.2017-0088	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 Ryoki Akiyuki, Kim DongChan, Kitamura Shinichi, Terao Ken	4. 巻 137
2. 論文標題 Linear and cyclic amylose derivatives having brush like side groups in solution: Amylose tris(n-octadecylcarbamate)s	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Polymer	6. 最初と最後の頁 13~21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymer.2017.12.063	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 寺尾 憲	4. 巻 66
2. 論文標題 らせん状多糖誘導体の溶液物性	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 高分子	6. 最初と最後の頁 225~226
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計69件 (うち招待講演 11件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 Ken Terao
2. 発表標題 Molecular conformation of rigid cyclic and branched polymers in solution
3. 学会等名 APS March Meeting 2020, Denver, Co, USA (Covid-19のため中止) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岸本 愛加、領木 研之、北村 進一、寺尾 憲
2. 発表標題 線状・環状・分岐多糖カルバメート誘導体の溶液物性とキラル分離挙動
3. 学会等名 2020年度高分子基礎物性研究会・高分子計算機科学研究会・高分子ナノテクノロジー研究会 合同討論会, オンライン
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 好地 竜太郎、木村 俊次、北村 進一、寺尾 憲
2. 発表標題 線状および環状アミロース誘導体水溶液の相分離挙動と複合体形成能
3. 学会等名 2020年度高分子基礎物性研究会・高分子計算機科学研究会・高分子ナノテクノロジー研究会 合同討論会, オンライン
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 寺尾 憲、大坪 真理、阿部 晟大
2. 発表標題 コラーゲンのコンホメーションによって変化するシリカナノ粒子とアテロコラーゲンの複合体形成
3. 学会等名 第69回高分子討論会, オンライン
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 友藤 優、寺尾 憲
2. 発表標題 塩化ナトリウム水溶液中の二重らせん多糖ゼンサンの変性および再性過程の動力学
3. 学会等名 第69回高分子討論会, オンライン
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岸本 愛加、領木 研之、北村 進一、寺尾 憲
2. 発表標題 多糖カルバメート誘導体の溶液物性とキラル分離挙動
3. 学会等名 第66回高分子研究発表会(神戸), Covid-19のため紙上発表
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 好地 竜太郎、北村 進一、寺尾 憲
2. 発表標題 温度応答性を示すアミロース誘導体の複合体形成能
3. 学会等名 第66回高分子研究発表会(神戸), Covid-19のため紙上発表
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 阿部 晟大、寺尾 憲、金岡 鐘局、伊田 翔平
2. 発表標題 星型 poly(N-isopropylacrylamide) の水溶液中における分子形態の温度変化
3. 学会等名 第66回高分子研究発表会(神戸), Covid-19のため紙上発表
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林知仁、寺尾 憲
2. 発表標題 デキストリン誘導体の温度応答挙動と低分子との複合体形成能
3. 学会等名 第66回高分子研究発表会(神戸), Covid-19のため紙上発表
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Terao Ken
2. 発表標題 Rigid cyclic chains in solution: cyclic amylose carbamate derivatives
3. 学会等名 APS March Meeting 2021, Virtual (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomofuji Yu, Terao Ken
2. 発表標題 Kinetics of xanthan in denaturation and renaturation process in dilute aqueous NaCl solution
3. 学会等名 APS March Meeting 2021, Virtual (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Terao Ken, Otsubo Mari, Abe Masahiro
2. 発表標題 Complex formation of collagen and silica nanoparticles in aqueous solution at different temperatures
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会, 福岡 (Covid-19のため中止)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 寺尾憲
2. 発表標題 剛直な星型・環状高分子の溶液中における分子形態とその機能
3. 学会等名 2019 PhyM シンポジウム (東北大学多元物質科学研究所 高分子・ハイブリッド材料研究センター) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 寺尾憲
2. 発表標題 多糖およびその誘導体の溶液中における分子形態と機能性
3. 学会等名 高分子講演会(東海) (高分子学会東海支部) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 寺尾憲
2. 発表標題 多糖およびその誘導体の溶液中における分子形態と機能性
3. 学会等名 HiSORセミナー（広島大学放射光科学研究センター）（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 寺尾憲
2. 発表標題 多糖誘導体の溶液中での分子形態とキラル分離挙動
3. 学会等名 第24回産学高分子研究会（高分子研究所）（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 寺尾憲
2. 発表標題 星型および環状剛直高分子濃厚溶液のリオトロピック液晶
3. 学会等名 高分子基礎研究会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 領木 研之, 井田 大地, 寺尾 憲
2. 発表標題 希薄溶液中における環状アミロースカルバメート誘導体のらせん構造と剛直性
3. 学会等名 高分子基礎研究会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 友藤 優, 寺尾 憲
2. 発表標題 水溶液中における二重らせん多糖ザンサンの変性および再性過程
3. 学会等名 第67回レオロジー討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 寺尾 憲, 金 東賛, 梶田 大悟, 長谷川 博一
2. 発表標題 非線状剛直高分子濃厚溶液のリオトロピック液晶と分子形態変化
3. 学会等名 第68回高分子討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 友藤 優, 寺尾 憲
2. 発表標題 二重らせん多糖ザンサンの変性および再性過程の動力学
3. 学会等名 第68回高分子討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梶田 大悟, 北村 進一, 寺尾 憲
2. 発表標題 環状アミローストリス (n-ブチルカルバメート) 誘導体のリオトロピック液晶
3. 学会等名 第68回高分子討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 領木 研之, 井田 大地, 寺尾 憲
2. 発表標題 環状アミロースカルバメート誘導体の希薄溶液中での分子形態とそのモル質量依存性
3. 学会等名 第68回高分子討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 好地 竜太郎, 木村 俊次, 寺尾 憲, 北村 進一
2. 発表標題 水溶性環状アミロース誘導体の相分離挙動と複合体形成能
3. 学会等名 第65回高分子研究発表会(神戸)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岸本 愛加, 領木 研之, 寺尾 憲, 北村 進一
2. 発表標題 線状および環状アミロースアルキルカルバメート誘導体の分子形態とキラル分離挙動
3. 学会等名 第65回高分子研究発表会(神戸)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 寺尾 憲, 木村 俊次, 好地 竜太郎, 北村 進一
2. 発表標題 アミロースエチルカルバメート誘導体水溶液の相分離挙動と低分子との複合体形成
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 友藤 優, 寺尾 憲
2. 発表標題 二重らせん多糖ゼンサンの変性過程の動力学
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 椛田 大悟, 北村 進一, 寺尾 憲
2. 発表標題 線状および環状アミロースアルキルカルバメート誘導体のリオトロピック液晶
3. 学会等名 第68回高分子学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 寺尾憲
2. 発表標題 散乱法による多糖およびその誘導体の分子形態の解明
3. 学会等名 セルロース学会第23回ミクロシンポジウム「多糖でつくる新時代」, セルロース学会関西支部 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuto Yoshiba, Yu Tomofuji, Ken Terao, Toshiaki Dobashi, and Bjorn E. Christensen
2. 発表標題 Molecular conformation of carboxylated schizophyllan after the denaturation from SEC-MALS and SAXS measurements
3. 学会等名 The 12th SPSJ International Polymer Conference (IPC2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ken Terao, Hirokazu Hasegawa, Yuuya Nagata, Michinori Suginome, and Takahiro Sato
2. 発表標題 Solution Properties and Liquid Crystallinity of a Rigid Helical Star Polymer: Three-arm Star Poly(quinoxaline-2,3-diyl)
3. 学会等名 The 12th SPSJ International Polymer Conference (IPC2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akiyuki Ryoki, Shinichi Kitamura, and Ken Terao
2. 発表標題 Solution properties and chiral recognition ability of cyclic amylose carbamates
3. 学会等名 The 12th SPSJ International Polymer Conference (IPC2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yu Tomofuji, Ken Terao
2. 発表標題 Conformational Transition of Double-Helical Polysaccharide Xanthan in Renaturation Process
3. 学会等名 International Symposium for Materials Scientists ~ Inspiration for Innovation by Interaction ~ (ISMS III) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ken Terao, Akiyuki Ryoki, Yuto Kimura, and Shinichi Kitamura
2. 発表標題 Conformation and Chiral Separation Behavior of Linear and Cyclic Polysaccharide Derivatives
3. 学会等名 256th ACS National Meeting & Exposition (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 寺尾憲
2. 発表標題 環状アミロース誘導体の分子形態とキラル分離挙動
3. 学会等名 PF研究会「多様な物質・生命科学研究に広がる小角散乱～多(他)分野の小角散乱を学ぼう！」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 領木研之, 北村進一, 寺尾憲
2. 発表標題 環状アミローストリス(3,5-ジメチルフェニルカルバメート)の溶液中での分子形態とキラル分離
3. 学会等名 高分子基礎研究会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大坪真理, 寺尾憲
2. 発表標題 水溶液中におけるコラーゲンとシリカナノ粒子の複合体形成
3. 学会等名 2018 年度高分子基礎物性研究会・高分子計算機科学研究会・高分子ナノテクノロジー研究会 合同討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村俊次, 寺尾憲, 北村進一
2. 発表標題 水溶性多糖誘導体の合成と温度応答挙動
3. 学会等名 2018 年度高分子基礎物性研究会・高分子計算機科学研究会・高分子ナノテクノロジー研究会 合同討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 寺尾憲, 亀山侑季, 北村進一, 佐藤尚弘
2. 発表標題 両親媒性アミロース誘導体の塩水溶液中における構造形成
3. 学会等名 高分子基礎研究会2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 椛田大悟, Donchan Kim, 領木研之, 北村進一, 寺尾憲
2. 発表標題 環状アミロースカルバメート誘導体のリオトロピック液晶性
3. 学会等名 第64回高分子研究発表会(神戸)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村俊次, 寺尾憲
2. 発表標題 水溶性多糖誘導体の合成と温度応答挙動
3. 学会等名 第64回高分子研究発表会(神戸)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 友藤優, 寺尾憲
2. 発表標題 多重らせん高分子の再性過程における構造変化
3. 学会等名 第64回高分子研究発表会(神戸)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大坪真理, 寺尾憲
2. 発表標題 コラーゲンとシリカナノ粒子の複合体の形成
3. 学会等名 第64回高分子研究発表会(神戸)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 寺尾憲, 石田早, 吉田祐
2. 発表標題 水性溶液中における電解質多糖とコラーゲンモデルペプチドの複合体形成
3. 学会等名 第66回高分子学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akiyuki Ryoki, Yuto Kimura, Shinichi Kitamura, Ken Terao
2. 発表標題 Chiral Separation and Chain Dimensions of Cyclic Amylose Carbamates
3. 学会等名 第66回高分子学会年次大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 寺尾憲
2. 発表標題 分岐・環状高分子の溶液中における分子形態と分子間相互作用
3. 学会等名 高分子学会九州支部フォーラム(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ken Terao, XinYue Jiang, Shinichi Kitamura, Takahiro Sato
2. 発表標題 Chain Dimensions and Stiffness of Cellulosic and Amylosic Chains in an Ionic Liquid: Cellulose, Amylose, and an Amylose Carbamate in BmimCl
3. 学会等名 25th POLYCHAR 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 寺尾憲
2. 発表標題 環状アミロース誘導体の溶液物性
3. 学会等名 PJゼオン賞高分子座談会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Akiyuki Ryoki, DongChan Kim, Shinichi Kitamura, and Ken Terao
2. 発表標題 Rigid Ring Polymers in Solution: Cyclic Amylose Tris(n-octadecylcarbamate)
3. 学会等名 25th POLYCHAR 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yu Tomofuji and Ken Terao
2. 発表標題 Reformation of Double-Helical Polysaccharide
3. 学会等名 Interdisciplinary Symposium for Up-and-coming Material Scientists 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 寺尾憲, 長谷川博一, 金東贊, 領木研之, 佐藤尚弘
2. 発表標題 剛直な星型および環状高分子濃厚溶液の液晶性
3. 学会等名 2017年度 高分子計算機科学研究会・高分子基礎物性研究会合同討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 友藤優, 寺尾憲
2. 発表標題 多重らせん多糖類の熱変性過程における形態変化
3. 学会等名 2017年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 寺尾憲, 長谷川博一, 佐藤尚弘, 長田裕也, 杉野目道紀
2. 発表標題 線状及び星形ポリキノキサリン(2,3-ジイル)の溶液中における分子形態と液晶性
3. 学会等名 高分子基礎研究会2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 長谷川博一, 寺尾憲, 長田裕也, 杉野目道紀
2. 発表標題 半屈曲性星形鎖の溶液物性
3. 学会等名 第26回ポリマー材料フォーラム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ken Terao, XinYue Jiang, Shinichi Kitamura, Takahiro Sato
2. 発表標題 Chain Dimensions and Stiffness of Cellulosic and Amylosic Chains in an Ionic Liquid: Cellulose, Amylose, and an Amylose Carbamate in BmimCl
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 DongChan Kim, Akiyuki Ryoki, Shinichi Kitamura, Ken Terao
2. 発表標題 Lyotropic Liquid Crystallinity of Linear and Cyclic Amylose Alkylcarbamate Derivatives
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 Akiyuki Ryoki, DongChan Kim, Shinichi Kitamura, Ken Terao
2. 発表標題 Conformational Properties of Linear and Cyclic Amylose Tris(n-octadecylcarbamate) in Solution
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 長谷川博一, 寺尾憲, 長田裕也, 杉野目道紀
2. 発表標題 3 本腕星型ポリ(キノキサリン-2, 3-ジイル)の溶液物性
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 友藤優, 寺尾憲
2. 発表標題 100 以上で熱変性させたザンサンの再生挙動および変性過程における分子形態
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 DongChan Kim, Akiyuki Ryoki, Shinichi Kitamura, Ken Terao
2. 発表標題 Lyotropic Liquid Crystallinity of Linear and Cyclic Amylose Alkylcarbamate Derivatives
3. 学会等名 第63回高分子研究発表会(神戸)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大坪真理, 寺尾憲
2. 発表標題 シリカナノ粒子とコラーゲンの複合体形成
3. 学会等名 第63回高分子研究発表会(神戸)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 友藤優, 寺尾憲
2. 発表標題 熱変性させた二重らせん多糖xanthanの再生挙動
3. 学会等名 第63回高分子研究発表会(神戸)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 蒋昕悦, 領木研之, 寺尾憲
2. 発表標題 セルロースアルキルカルバメート誘導体の溶液中における分子形態
3. 学会等名 第66回高分子学会年次大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 石田早, 寺尾憲
2. 発表標題 電解質多糖とコラーゲンモデルペプチドの複合体形成
3. 学会等名 第66回高分子学会年次大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 高分子学会	4. 発行年 2020年
2. 出版社 東京化学同人	5. 総ページ数 496
3. 書名 基礎高分子科学 第2版	

1. 著者名 手塚 育志 (監修)	4. 発行年 2018年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 336
3. 書名 環状高分子の合成と機能発現	

1. 著者名 Guang Yang Lin Xiao Lallepak Lamboni eds.	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Wiley	5. 総ページ数 373
3. 書名 Bioinspired Materials Science and Engineering	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>高分子集合体科学研究室 https://www.chem.sci.osaka-u.ac.jp/lab/sato</p>

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
連携研究者	佐藤 尚弘 (Sato Takahiro) (10196248)	大阪大学・理学研究科・教授 (14401)	

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
---------	---------