

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H02773

研究課題名(和文)らせんの巻き戻しを積極的に利用した多重らせん多糖類の構造・物性制御

研究課題名(英文) Control of structures and properties of multi-helical polysaccharides by using rewinding of the helices

研究代表者

松田 靖弘 (Matsuda, Yasuhiro)

静岡大学・工学部・准教授

研究者番号：40432851

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,000,000円

研究成果の概要(和文)：キサンタンは粘度を増加させる目的で添加される多糖類であり、二重らせん構造を取ることが知られている。キサンタンを含む溶液を加熱すると二重らせんがほぐれ(変性)、冷却すると巻き戻る(再性)ことが知られている。キサンタンは製品の粘度を増加させる目的に添加されており、キサンタン以外にも様々な物質と共存下で用いられている。

本研究では、特に異なるpH下でのキサンタンの変性・再性、クエン酸、尿素等の添加物との共存下での変性・再性に伴う構造変化を調べた。その結果、塩基性では固有粘度の大幅な減少が見られた。クエン酸、尿素との共存下では会合体形成とらせんの解離がそれぞれみられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

キサンタンは食品や化粧品など様々な製品の粘度を調整するために使用されている。それらの製品の製造、使用過程において加熱・冷却される機会は少なくないので、変性・再性に伴うキサンタンの構造・物性の変化を知ることが、単にらせん高分子の構造変化を知ると言う、学術的興味に留まらず、実用面でも重要である。また、変性前の構造に関して、比較的詳しく調べられているキサンタンに対して、変性・再性に伴う構造・物性変化を解析する手法を確立すれば、他のらせん多糖類・高分子に関して、らせんの巻き戻しによる構造変化を明らかにするモデルケースとなり得る。

研究成果の概要(英文)：Xanthan is a double helical polysaccharide widely used as a viscosity enhancer. The double helix of xanthan can be unwound (denaturation) into single chains by heating its solution, and rewound (renaturation) by cooling. Xanthan has been used in products for foods, cosmetics. In these products, various chemicals are contained in the aqueous solution. In this study, the conformation of xanthan in aqueous solution after the denaturation and renaturation was investigated by changing solvent conditions, pH and salts, and/or adding additives, such as citric acid or urea. The molar mass of xanthan was changed by denaturation and renaturation, which suggests that the chain aggregates in the citric acid solution and dissociation of xanthan in the urea solution were formed respectively after the denaturation and renaturation processes.

研究分野：高分子物理化学

キーワード：多重らせん多糖類 増粘剤 キサンタン 再性

1. 研究開始当初の背景

生体高分子には DNA、タンパク質の α -らせんなど、らせん構造を持つものが多く、らせん構造が特定の条件下でほぐれ、巻き戻ることで生体高分子の機能を発現する。らせんの巻き戻りの際に完全には元と同じ構造に戻らないことが薬理活性に繋がる例も報告されている。(Mohri et al. *ACS Nano* **2012**, 6, 5931. など)

キサントンは二重らせん構造を有する多糖類であり、微量を加えることで溶液の粘度を大幅に増加させることができるため、製品の粘度を調整する「増粘剤」として知られている。キサントンの二重らせんは水素結合によって安定化されているが、低イオン強度下で加熱するとほぐれ、高イオン強度下で冷却すると巻き戻ることが知られている。再性で局所的にはらせん構造が戻っても、キサントン鎖全体の構造が元通りに戻るとは限らず、構造変化に伴って増粘作用も変化する。これまでもキサントンの変性・再性を扱った研究は数多いが (Capron et al. *Polymer* **1997**, 38, 5289. Oviatt & Brant *Macromolecules* **1994**, 27, 2402. など)、再性によって増粘作用が増加する場合、減少する場合、ほとんど変化しない場合が報告されており、一見すると一貫性が見られない。

2. 研究の目的

本研究ではキサントンの濃度・分子量、溶液の pH、塩の種類・濃度など種々の条件を精密に制御した上で、変性・再性キサントンの構造を明らかにして、増粘作用の変化との関係性を明らかにする。最終的にはどのような変性・再性条件でどのような構造・増粘作用が得られるかを解明し、キサントンの増粘作用を自在に制御することを目指す。

3. 研究の方法

変性・再性挙動に及ぼす pH の影響を調べるために、塩酸または水酸化ナトリウムを用いて pH を 2 または 13 に調整した水溶液を溶媒として用いてキサントンを溶解した。得られた溶液を 80 °C で 1 時間加熱することでキサントンを変性させた。室温に冷却し、塩化ナトリウムを加えることでキサントンを再性させた。同じ酸性でも、多価のカルボン酸の水溶液の中で加熱・冷却することでキサントンの構造に違いが見られるか確認するために、塩酸の代わりにクエン酸を用いて pH を調整した試料も作製した。尿素は生体高分子の水素結合を切断する作用があることが知られている。加熱する代わりに尿素を添加することで変性させ、冷却する代わりに塩化ナトリウムを加えて高分子鎖間の静電反発を遮蔽することで再性できないか検討した。

得られたキサントンのモル質量、回転半径を静的光散乱測定で、固有粘度を毛細管粘度計を用いた粘度測定で決定した。中性の尿素水溶液に関しては、分子量分布がある試料を効率的に測定できるサイズ排除クロマトグラフィー・オンライン多角度光散乱測定 (SEC-MALS) を用いて解析した。得られた結果からキサントンの構造変化を考察した。尿素を加えずに塩化ナトリウムだけを含む水溶液に溶解させた試料を N、塩化ナトリウム水溶液に溶解させた後に尿素を加えた試料を SU、尿素水溶液に溶解させた後に塩化ナトリウムを加えた試料を US、尿素水溶液に溶解させ、80°C で 1 時間加熱してから塩化ナトリウムを加えた試料を UHS と示す。

4. 研究成果

図 1 に塩酸性下で変性・再性させる前後でのキサントンの重量平均モル質量 (M_w) の変化を赤丸で示す。下付きの na と re はそれぞれ、変性前、再性後の値を示す。比較のために、中性で変性・再製させた時の値を黒丸で示す。キサントン濃度が低い (1 g/L) 時には、変性前のキサントンのモル質量が 10^6 g mol^{-1} 程度では二重らせんが解離して 1 本鎖のヘアピン構造を形成するためにモル質量が大きく低下する。一方、変性前のモル質量が高過ぎると二重らせんを完全に解離させるのが難しいため、モル質量が低過ぎると 1 本鎖で形成するヘアピン構造が不安定なために、それぞれヘアピン構造を形成しにくく、モル質量があまり変化しない。(Matsuda et al. *Polym. J.* **2018**, 50, 1043.) 同様のモル質量変化は塩酸性下でも観測され、塩酸性でのキサントンの変性・再製が基本的に中性と同じモデルで説明できることが分かった。

図 2 には水酸化ナトリウムで塩基性にした水溶液中でのキサントンの M_w と固有粘度 $[\eta]$ の関係を示す。変性前の値を $M_{w,na}$ 、再性後の値を $M_{w,re}$ で示す。塩基性下で加熱することによる主鎖切断の

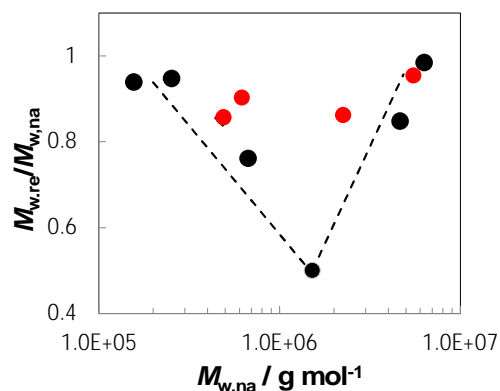


図 1 中性 (黒丸)、塩酸性 (赤丸) で再性前後のモル質量の変化

影響を考慮するため、予め塩化ナトリウムを加えてらせん構造を安定化した後に加熱した試料に対する値を示している。塩添加加熱試料に対する値は変性前と比べ、若干 M_w が低下して、ごく一部の主鎖が切断されたことを示唆している。一方で、再性後の値は M_w と $[\eta]$ が低下しており、特に $[\eta]$ の低下が著しい。これは主鎖の切断に加えてヘアピン構造を形成したり、らせんが欠陥を生じて、欠陥点で折れ曲がった構造を形成したりしていることを示唆している。

図 3 にはクエン酸酸性下におけるキサントンの M_w と $[\eta]$ の関係を示す。図中には比較のために Zhang ら (*Biopolymers*, 1987, 26, 333.) が報告した塩酸酸性下の変性前のキサントンの値も示す。変性前のキサントンの $[\eta]$ は M_w の違いを考慮すれば Zhang らの値と同程度であった、一方、キサントンの濃度が高い (5 g/L) 状態で再性させると、 $[\eta]$ は大きな変化はないが M_w が大きく増加している。

クエン酸酸性下で再性させても赤外吸収スペクトルには大きな変化がなかった。一方、透析平衡達成後に核磁気共鳴スペクトルで溶液中のクエン酸を定量するとクエン酸分子がキサントンの選択吸着していることが分かった。以上の結果から、キサントンの濃度が高い状態で再性させると、図 4 に示すようにクエン酸がキサントン鎖同士を物理的に架橋して、キサントン間の会合体形成を促していることが分かった。

図 5 に SEC-MALS から得られた尿素水溶液中でのキサントンのモル質量分布を示す。先に塩化ナトリウムを加えた SU では、尿素を加えていない N に比べてやや、低分子量側に分布が広がっている。先に尿素を加えた US では、N の分布の形を変えずに M_w を半減させた 1/2N と分布が良く似ている。加熱した UHS では、US よりもさらに低分子量側に分布が広がっている。

この結果から尿素水溶液中のキサントンの構造変化を図 6 に示すように考えた。SU では、尿素を加える前から、塩化ナトリウムによってらせん構造が安定しているために、二重らせんは部分的にしか解離しない。先に尿素を加えた US では二重らせんがほぼ全て 1 本鎖に解離した後に、塩化ナトリウムを加えることでヘアピン構造を形成した。溶液を加熱した UHS では、らせんが解離した際に一部の主鎖が切断されて M_w がさらに低下したと考えられる。

このように、キサントンは溶液中の環境によって、変性・再性に伴って多様な変化を示すことが分かった。再性前後のキサントンの M_w や $[\eta]$ などをしらべることで、これらの構造変化を明らかにする手法を確立した。

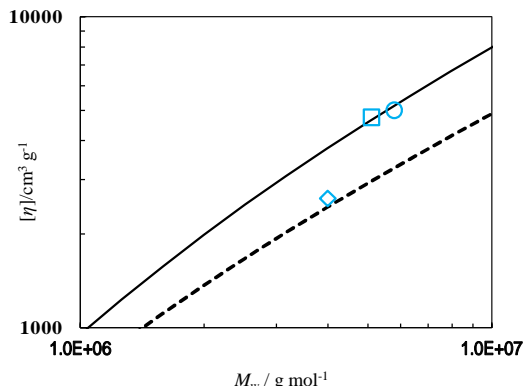


図 2 塩基性での変性前 (○)、再性後 (◇)、塩添加加熱 (□) 試料のモル質量と固有粘度

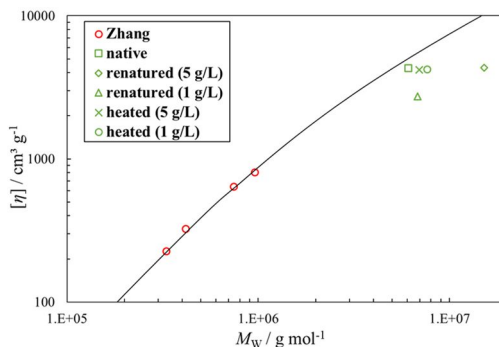


図 3 クエン酸酸性での変性前と再性後試料のモル質量と固有粘度

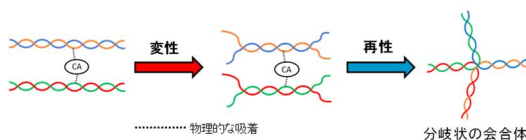


図 4 クエン酸酸性でのキサントンの再性に伴い構造変化のモデル

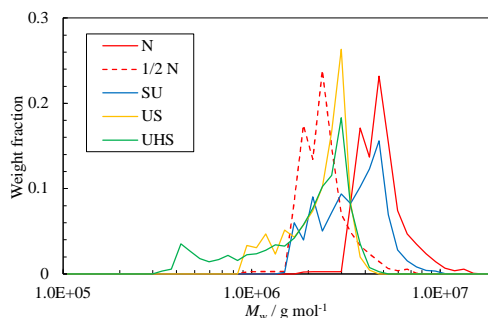


図 5 尿素水溶液中のキサントンのモル質量分布

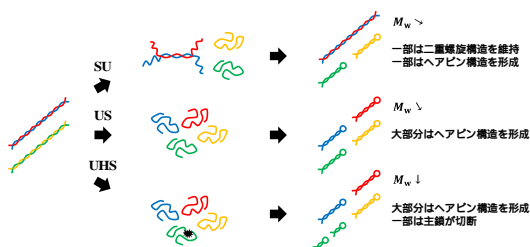


図 6 尿素水溶液中でのキサントンの構造変化のモデル

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 3件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Yamaguchi Gaku, Yoshiba Kazuto, Kawada Sara, Sato Ryosuke, Nagai Daisuke, Maki Yasuyuki, Yamamoto Takao, Tanaka Susumu, Chu Benjamin, Dobashi Toshiaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Preparation of electro-spun konjac glucomannan fabric with entrapped DNA and dynamics of adsorption of acridine orange for carcinogen removal application	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Adsorption	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) 10.1007/s10450-022-00357-9	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 Yoshiba Kazuto, Yasuda Yota, Christensen Bjorn E., Kondo Chisaki, Miyazaki Yuji, Nakano Motohiro	4. 巻 38
2. 論文標題 Association with Imidazole in the Cooperative Order-Disorder Transition in Aqueous Solution of Schizophyllan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 1748 ~ 1756
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.1c02838	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 該当する
1. 著者名 松田靖弘	4. 巻 48
2. 論文標題 二重らせん多糖類のらせんの巻き戻りで形成される 構造の解析-木を見て森も見ることの意義-	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 熱測定	6. 最初と最後の頁 159-163
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 Matsuda Yasuhiro, Kamizono Yukiha	4. 巻 -
2. 論文標題 Elevation of Flow Temperature and Structural Change of Poly(Lactic Acid) Gel Induced by Formation of Stereocomplex Crystals	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Macromolecular Symposia	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) なし	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 Ihara Daiki, Higaki Yuji, Yamada Norifumi L., Nemoto Fumiya, Matsuda Yasuhiro, Kojio Ken, Takahara Atsushi	4. 巻 38
2. 論文標題 Cononsolvency of Poly[2-(methacryloyloxy)ethyl phosphorylcholine] in Ethanol-Water Mixtures: A Neutron Reflectivity Study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Langmuir	6. 最初と最後の頁 5081 ~ 5088
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.langmuir.1c01762	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 Matsuda Yasuhiro, Morishima Shota, Takahara Atsushi, Tasaka Shigeru	4. 巻 53
2. 論文標題 Thermal hysteresis of aggregation states of thermoresponsive block copolymers forming intermolecular hydrogen bonds	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 1101 ~ 1109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-021-00514-x	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 Matsuda Yasuhiro, Akao Ryo, Nakazawa Masaki, Ando Hideyo, Tasaka Shigeru	4. 巻 17
2. 論文標題 Characterization of colloidal particles formed in plastic coating solution at room temperature	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Coatings Technology and Research	6. 最初と最後の頁 1343 ~ 1349
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11998-020-00355-y	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 Matsuda Yasuhiro, Okuda Kazuki, Tasaka Shigeru	4. 巻 52
2. 論文標題 Interfacial phase of nylon 6 strongly adsorbed on alumina particles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polymer Journal	6. 最初と最後の頁 1121 ~ 1127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41428-020-0359-0	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 Barique Mohammad A., Matsuda Yasuhiro, Tasaka Shigeru	4. 巻 41
2. 論文標題 Ferroelectric behavior in paracrystalline poly(vinyl trifluoroacetate)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Polymer Engineering	6. 最初と最後の頁 19 ~ 26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1515/polyeng-2020-0063	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 Yoshiba Kazuto, Ujiie Ikumi, Yamamoto Takao, Dobashi Toshiaki	4. 巻 255
2. 論文標題 Gel growth of aqueous konjac glucomannan solution containing sodium trimetaphosphate dialyzed with dilute sodium hydroxide	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Carbohydrate Polymers	6. 最初と最後の頁 117329 ~ 117329
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.carbpol.2020.117329	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 Kawabata Akitsugu, Yamamoto Takao, Shinoda Hiroki, Yoshiba Kazuto, Toyama Yoshiharu, Tanaka Susumu, Dobashi Toshiaki	4. 巻 7
2. 論文標題 Crossover of Rate-Limiting Process in Plasma Gel Growth by Contact with Source of Gelator	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Gels	6. 最初と最後の頁 11 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/gels7010011	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 Toyama Yoshiharu, Tamegai Daisuke, Yoshiba Kazuto, Dobashi Toshiaki	4. 巻 34
2. 論文標題 Simultaneous measurements of dynamic modulus and turbidity and effects of calcium ions on the process of thrombin-induced fibrin gel formation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Biorheology	6. 最初と最後の頁 71 ~ 78
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.17106/jbr.34.71	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 Barique Mohammad A., Matsuda Yasuhiro, Matsuyama Kazuma, Tasaka Shigeru	4. 巻 46
2. 論文標題 Ferroelectric behavior in vinylidene chloride copolymers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Ferroelectrics Letters Section	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) 10.1080/07315171.2019.1647704	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 Matsuda Yasuhiro, Fukui Takahiro, Ishima Shun-ich, Takahara Atsushi, Tasaka Shigeru	4. 巻 181
2. 論文標題 Elevation of the flow temperature of gels formed by nano fibers of Poly(l-lactic acid) by surface crystallization induced by block copolymers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Polymer	6. 最初と最後の頁 121768 ~ 121768
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polymer.2019.121768	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 Matsuyama Kazuma, Aso Masashi, Matsuda Yasuhiro, Tasaka Shigeru	4. 巻 76
2. 論文標題 Crystallization Behavior of Bisphenol-A Polycarbonate on Nanoparticle Surface	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Fiber Science and Technology	6. 最初と最後の頁 113 ~ 118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2115/fiberst.2020-0011	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 Tomofuji Yu, Yoshiba 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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Yoshiba Kazuto, Saheki Toshihiko, Christensen Bjorn E., Dobashi Toshiaki	4. 巻 110
2. 論文標題 Conformation and cooperative order-disorder transition in aqueous solutions of 1,3 d glucan with different degree of branching varied by the Smith degradation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Biopolymers	6. 最初と最後の頁 e23315
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/bip.23315	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 該当する

[学会発表] 計65件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 吉場 一真、川田 早良、土橋 敏明、山本 隆夫
2. 発表標題 コンニャクグルコマンナン-DNAナノファイバー不織布の吸着挙動
3. 学会等名 第59回高分子と水に関する討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazuto Yoshiba, Bjorn E. Christensen
2. 発表標題 Order-disorder transition of aqueous solutions of schizophyllan and its chemically modified derivatives in the mixtures with acidic and basic additives
3. 学会等名 13th International IUPAC Conference on Polymer-solvent Complexes and Intercalates ((国際学会))
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 安田 陽太、吉場 一真
2. 発表標題 シゾフィラン水溶液の秩序-無秩序転移に対するカルボン酸の添加効果
3. 学会等名 第69回レオロジー討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉場 一真、安田 陽太、宮崎 裕司、中野 元裕
2. 発表標題 シゾフィラン水溶液の秩序 - 無秩序転移に対する酸性、及び塩基性添加物の効果
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 小林 史佳、吉場 一真、山本 隆夫
2. 発表標題 ヒアルロン酸とアルギン酸の混合溶液から作製した異方性ゲルのゲル成長ダイナミクス
3. 学会等名 第44回日本バイオレオロジー学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松田 靖弘・川合 輝・安藤 英世・田坂 茂
2. 発表標題 耐候性向上・環境負荷低減を目指したハードコート液の改良
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 藤井 孝紀・齋木 領河・吉場 一真・松田 靖弘
2. 発表標題 キサントンの熱変性・再性挙動におけるクエン酸の影響
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 上園 由稀葉・松田 靖弘
2. 発表標題 様々な条件で作製したステレオコンプレックスポリ乳酸ゲルの物性と構造
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 恵美 皓斗・金森 輝・松田 靖弘
2. 発表標題 ポリエチルオキサゾリンとポリメタクリル酸の様々なpH変化による特異的な会合挙動
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 松田 靖弘, 石間 駿一, 高原 淳
2. 発表標題 ポリ乳酸ゲルの構造形成過程の解明
3. 学会等名 2021年度繊維学会年次大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松田 靖弘・石間 駿一・高原 淳
2. 発表標題 ポリ乳酸ゲルの網目構造の形成と制御
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 松田 靖弘・齊木 領河・栗本 佳奈・吉場 一真
2. 発表標題 キサンタンの熱変性・再性挙動のpH依存性
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 山口 雄大、吉場 一真、松田 靖弘
2. 発表標題 キサンタン溶液の尿素および熱変性・再性挙動による粘度と分子量の変化
3. 学会等名 第69回レオロジー討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上園 由稀葉・松田 靖弘
2. 発表標題 濃度とD体比率を変えたステレオコンプレックスポリ乳酸ゲルの流動温度
3. 学会等名 第69回レオロジー討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松田 靖弘・川合 輝・安藤 英世・田坂 茂
2. 発表標題 架橋剤を加えたプラスチックハードコート液の構造解析
3. 学会等名 第69回レオロジー討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 恵美 皓斗・金森 大輝・松田 靖弘
2. 発表標題 ポリエチルオキサゾリンとポリメタクリル酸のpH変化による特異的な会合挙動
3. 学会等名 第52回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yasuhiro MATSUDA, Hiroki ASHIZAWA, Takahiro FUKUI, Yukiha KAMIZONO, Atsushi TAKAHARA, Shigeru TAsAKA
2. 発表標題 Poly(lactic acid) Gel Formed by Complex Crystals with Solvents and Structural Change Induced by Interaction with Other Polymers and Solvents
3. 学会等名 13th International IUPAC Conference on Polymer-solvent Complexes and Intercalates (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 藤井 孝紀、齊木 領河、吉場 一真、松田靖弘
2. 発表標題 クエン酸を加えたキサンタン水溶液の熱変性・再性挙動
3. 学会等名 2021年度高分子基礎物性研究会・高分子計算機科学研究会 合同討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松田 靖弘
2. 発表標題 増粘多糖類キサンタンのらせんの巻き戻りと構造・粘度の変化
3. 学会等名 第13回日本レオロジー学会中部支部講演会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松田 靖弘・上園 由稀葉
2. 発表標題 ステレオコンプレックス結晶によるポリ乳酸ゲルの作製と高分子濃度による物性の変化
3. 学会等名 高分子濃度による物性の変化2021年度高分子基礎物性研究会・高分子計算機科学研究会 合同討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yasuhiro Matsuda, Takahiro Fukui, Hiroki Ashizawa, Kazuaki Miyamoto, Akinobu Fukatsu, Atsushi Takahara, Shigeru Tasaka
2. 発表標題 Control of the flow temperature of poly(lactic acid) gel by changing the crystalline structure
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川合 輝, 赤尾 亮, 安藤 英世, 松田 靖弘, 田坂 茂
2. 発表標題 架橋剤添加プラスチックハードコーティングの積層化
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田 靖弘, 金森 大輝, 中塚 庸靖, 高原 誠, 田坂 茂
2. 発表標題 ポリエチルオキサゾリンが形成する高分子間会合体のpHによる大幅な構造変化
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田 靖弘・上園 由稀葉
2. 発表標題 冷却条件がポリ乳酸ステレオコンプレックスゲルの構造と物性に及ぼす影響
3. 学会等名 第69回高分子討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川合 輝・松田 靖弘・安藤 英世・田坂 茂
2. 発表標題 有機シラン系ハードコート溶液特性に及ぼす架橋剤の影響
3. 学会等名 第69回高分子討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 齋木 領河・河本 尽・坂本 恵利香・吉場 一真・松田 靖弘
2. 発表標題 塩酸水溶液中で熱変性・再性させたキサントンの構造変化
3. 学会等名 第69回高分子討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田 靖弘・藤井 孝紀・齋木 領河・吉場 一真
2. 発表標題 クエン酸水溶液中のキサントンの熱変性・再性
3. 学会等名 第69回高分子討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田 靖弘・奥田 和紀・田坂 茂
2. 発表標題 ナイロン6とアルミナ微粒子の界面の構造制御と物性評価
3. 学会等名 第69回高分子討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田 靖弘・森島 渉太・金森 大輝・中塚 庸靖・高原 誠・高原 淳・田坂 茂
2. 発表標題 ポリエチルオキサゾリンが形成する高分子間会合体のブロック鎖およびpHによる構造変化
3. 学会等名 第69回高分子討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上園由稀葉, 福井隆浩, 松田靖弘
2. 発表標題 流動温度向上のためのポリ乳酸ゲル作製条件の探索
3. 学会等名 第68回レオロジー討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田靖弘, 金森大輝, 中塚庸靖, 高原 誠
2. 発表標題 ポリエチルオキサゾリン会合体水溶液の粘度のpHによる大幅な変化
3. 学会等名 第68回レオロジー討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤井孝紀, 齋木領河, 吉場一真, 松田靖弘
2. 発表標題 キサンタン水溶液の粘度に及ぼすクエン酸の影響
3. 学会等名 第68回レオロジー討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田 靖弘・奥田 和紀・田坂 茂
2. 発表標題 アルミナによってナイロン6が形成する結晶性、運動性の異なる界面相
3. 学会等名 第68回レオロジー討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石間駿一・松田靖弘・田坂茂・高原淳
2. 発表標題 ポリ乳酸多孔質体の形成初期過程解明及び制御
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
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田 靖弘・藤井 孝紀・齋木 領河・吉場 一真
2. 発表標題 塩酸およびクエン酸溶液中におけるキサンタンの熱変性・再性
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
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川合輝・松田靖弘・安藤英世・田坂茂
2. 発表標題 積層可能なプラスチックハードコート膜の開発
3. 学会等名 2020年度東海高分子研究会学生発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 入江昇陽, 仁科あかり, 吉場一真, 山本隆夫, 土橋敏明
2. 発表標題 二重らせん多糖ザンサン水溶液の異方性ゲル化
3. 学会等名 第43回日本バイオレオロジー学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉場 一真、安田 陽太、近藤 千咲、宮崎 裕司、中野 元裕
2. 発表標題 シゾフィラン水溶液の秩序-無秩序転移に対するイミダゾールの溶媒効果
3. 学会等名 第69回高分子討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 西岡千波、吉場一真、土橋敏明、山本隆夫
2. 発表標題 Al ³⁺ で架橋されたDNAゲル微粒子の溶出ダイナミクス
3. 学会等名 第68回レオロジー討論会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田 靖弘, 中澤 昌希, 赤尾 亮, 安藤 英世, 田坂 茂
2. 発表標題 プラスチックハードコート液の反応初期における構造形成
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 齋木 領河, 河本 尽, 坂本 恵利香, 松田 靖弘, 田坂 茂
2. 発表標題 酸性条件下で熱変性・再性させたキサンタンの構造変化
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 松田 靖弘, 福井 隆浩, 石間 駿一, 芦沢 宏樹, 高原 淳, 田坂 茂
2. 発表標題 高分子と複合化させたポリ乳酸ゲルの構造と物性
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 松山 和馬, 松田 靖弘, 田坂 茂
2. 発表標題 分極処理したポリカーボネートの非晶構造
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 松田靖弘, 齋木領河, 河本尽, 坂本恵利香, 田坂茂
2. 発表標題 増粘多糖類キサンタンの熱変性・再 性に与えるpH の影響
3. 学会等名 2019年度繊維学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石間駿一, 福井隆浩, 松田靖弘, 田坂茂
2. 発表標題 高分子複合化したポリ乳酸ゲルの作製
3. 学会等名 2019年度繊維学会年次大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松田靖弘
2. 発表標題 キサンタンの酸性下での熱変性・再性
3. 学会等名 2019年度第12回PJゼオン賞受賞者座談会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川合輝, 安藤英世, 松田靖弘, 田坂茂
2. 発表標題 架橋剤添加によるプラスチックハードコート膜の積層化
3. 学会等名 第169回東海高分子研究会講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松山和馬, 松田靖弘, 田坂茂
2. 発表標題 ポリカーボネートに観測される2つの非晶状態
3. 学会等名 第169回東海高分子研究会講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasuhiro Matsuda
2. 発表標題 Change of Structure and Viscosity Enhancement of a Double-helical Polysaccharide, Xanthan Induced by Thermal Renaturation
3. 学会等名 Advances in Polymer Science and Rubber Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 赤尾亮, 中澤昌希, 安藤英世, 松田靖弘, 田坂茂
2. 発表標題 有機シラン化合物を用いたハードコート液中でのレオロジー特性の経時変化
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 原大貴・坂巻達記・井形航維・山田悟史・檜垣勇次・小椎尾謙・松田靖弘・高原淳
2. 発表標題 エタノール/水混合溶媒中における ポリホスホリルコリンブラシの共貧溶媒効果
3. 学会等名 第9回CSJ化学フェスタ2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松田靖弘、齋木領河、河本尽、坂本恵利香、田坂茂
2. 発表標題 増粘多糖類キサンタンの酸性での変性・再性
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 松田靖弘、福井隆浩、石間駿一、芦沢宏樹、高原淳、田坂茂
2. 発表標題 ポリ乳酸ゲルにブロック共重合体を導入することによる粘弾性の変化
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 松田靖弘、齋木領河、河本尽、坂本恵利香、田坂茂
2. 発表標題 中性および酸性での増粘多糖類キサンタンの熱変性・再性
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 松田 靖弘、福井 隆浩、石間 駿一、高原 淳、田坂 茂
2. 発表標題 ブロック共重合体の導入によるポリ乳酸ゲルの流動温度制御
3. 学会等名 2019 年度高分子基礎物性研究会・高分子計算機科学研究会 合同討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 赤尾 亮、中澤 昌希、安藤 英世、松田 靖弘、田坂 茂
2. 発表標題 有機シラン化合物を用いたハードコート液中の構造の時間変化
3. 学会等名 2019 年度高分子基礎物性研究会・高分子計算機科学研究会 合同討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasuhiro Matsuda, Takahiro Fukui, Hiroki Ashizawa, Kazuaki Miyamoto, Akinobu Fukatsu, Atsushi Takahara, Shigeru Tasaka
2. 発表標題 Control of the flow temperature of poly(lactic acid) gel by changing the crystalline structure
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田 靖弘、金森 大輝、中塚 庸靖、高原 誠、田坂 茂
2. 発表標題 ポリエチルオキサゾリンが形成する高分子間会合体のpHによる大幅な構造変化
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川合 輝、赤尾 亮、安藤 英世、松田 靖弘、田坂 茂
2. 発表標題 架橋剤添加プラスチックハードコーティングの積層化
3. 学会等名 第69回高分子学会年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉場一真, 土橋敏明, 近藤千咲, 宮崎裕司, 中野元裕
2. 発表標題 スミス分解による低分岐度シゾフィラン水溶液の秩序-無秩序転移における溶媒効果
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 近藤千咲, 宮崎裕司, 吉場一真, 土橋敏明, 中野元裕
2. 発表標題 側鎖分岐度の異なる -1,3-Dグルカンの水溶液中での秩序 - 無秩序転移の熱的挙動
3. 学会等名 第55回熱測定討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川田早良, 吉場一真, 山本隆夫, 土橋敏明, 田中進
2. 発表標題 発ガン物質吸着材のインターカレーター吸着挙動
3. 学会等名 第42回日本バイオロロジ-学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 氏家郁美, 土橋敏明, 吉場一真, 山本隆夫
2. 発表標題 トリメタリン酸ナトリウムによるコンニャクグルコマンナンのゲル成長
3. 学会等名 第42回日本バイオロロジ-学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西岡千波, 吉場一真, 山本隆夫, 土橋敬明
2. 発表標題 DNA ゲル微粒子の溶解過程
3. 学会等名 第42回日本バイオロロジ-学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 入江昇陽, 吉場一真, 山本隆夫, 土橋敬明
2. 発表標題 分子量の異なる二つのDNA溶液の接触による過渡的構造形成
3. 学会等名 第42回日本バイオロロジ-学会年会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 松田靖弘、伊藤寛明、伊藤伸太郎、浦川理、永田公一、久保野敦史、宮本圭介、牛田晃臣、玉野真司、熊谷仁、古市謙次、呉羽拓真、高野雅嘉、今井昭夫、山崎義弘、寺尾憲、柴田雅史、酒井昇、小坂耕平、小山匡子、他37名	4. 発行年 2021年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 589
3. 書名 動的粘弾性測定とそのデータ解釈事例	

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	

〔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
研究分担者	吉場 一真 (Yoshiba Kazuto) (40375564)	群馬大学・大学院理工学府・助教 (12301)	
研究分担者	田坂 茂 (Tasaka Shigeru) (10134793)	静岡大学・工学部・教授 (13801)	

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