

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 24 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2011～2013

課題番号：23248026

研究課題名(和文)セルロース系多糖の特性担持型ネットワークを活用した無機とのニューハイブリッド創製

研究課題名(英文)Functional Network Formation of Cellulosic Polysaccharides and Their Novel Hybridization with Inorganic Compounds

研究代表者

西尾 嘉之(NISHIO, YOSHIYUKI)

京都大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授

研究者番号：00156043

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 27,600,000円、(間接経費) 8,280,000円

研究成果の概要(和文)：セルロース及び関連多糖の分子集合特性を担持させたポリマーネットワークの場で無機成分との新規なハイブリッド化を試み、先進機能材料の開発に寄与しうる基盤研究を遂行した。層状複水酸化物がセルロースアセテートの相溶ポリマーブレンド中に層剥離してナノ分散した無機強化型複合材料、および磁性酸化鉄が多糖ベースのポリマーゲルにナノ充填し且つ変形軸に沿って配列した磁気異方性材料の各創製に成功した。さらに、セルロース誘導体のコレステリック液晶を固定化したポリマーフィルムへのアパタイトハイブリッドや、同液晶系でのアルコキシシランのゾル-ゲル反応を介したキラルなシリカモノリスの創製についても成功例を提示しえた。

研究成果の概要(英文)：This research aimed at obtaining useful information to develop advanced functional nanocomposites by novel hybridization of cellulosic polysaccharides with inorganic compounds. Successful examples of such hybrids included nanoincorporation of layered double hydroxides into a miscible polymer blend system of cellulose acetate, synthesis of iron oxide-embedded polysaccharide composites showing anisotropic magnetization behavior, hydroxyapatite deposition onto cholesteric stratum in a liquid-crystalline cellulose derivative/polymer network system, and fabrication of optically chiral silica monoliths imprinted with a cholesteric structure of cellulose derivatives via sol-gel conversion of alkoxysilane as solvent constituent.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・木質科学

キーワード：セルロース 多糖類 無機物 ハイブリッド ナノコンポジット 磁性材料 液晶 機能材料

## 1. 研究開始当初の背景

セルロースは、材料利用の観点からは、繊維、紙、フィルム、その他成形品の形体で、一定量の産業需要を満たす天然系高分子素材として相応の高ステータスを保っている。しかし、今後の資源環境問題を勘案すれば、最大産出量を誇るリニューアブル・エコ素材である当該天然多糖に寄せられる期待度は当然高まり、その旧来利用の改善拡張とともに新規な用途開拓が強く望まれる。

代表者の研究室では過去十年来、各種の化学修飾と複合化によってセルロースの機能開発を推進し、たとえば、熱可塑性の制御分解型グラフト共重合体、熱・光学物性可変の相溶高分子ブレンド、および力学性能に優れた相互侵入高分子網目(IPN)の構築例を提示するとともに、セルロース系コレステリック液晶ならびに液晶ゲルの光学機能(色彩や透明度)の弱電場制御法を提案するなど、従来のセルロース物性研究の範疇を超えた高機能化路線の構築に貢献してきた。

最近に至って、セルロース系多糖の相溶ブレンド・IPN(分子鎖ネットワーク)と液晶・ゲル(メゾ相)に関する成果を核として、特に“無機物との積極的なハイブリッド化”によって、さらに新たな機能展開を図りうるのではないかとの着想から、本研究課題を立案した。

## 2. 研究の目的

セルロースおよび関連多糖のナノ～メゾ領域の分子集合特性を担持させたネットワークの場で、以下の(1)と(2)に記す無機物との新規ハイブリッド化を遂行し、植物由来素材をベースとした先進機能材料を開発するための有用な新知見と指針を提供することを目的とした。

### (1) 無機物を有機相に取り込むタイプの包埋型ハイブリッド

セルロース系多糖の相溶ブレンド・IPN中に、層状複水酸化物(LDH)がナノ剥離して微分散した無機強化型複合材料、および磁性フェライトが in-situ 合成によってナノサイズで分散し且つ array 配向した磁性機能材料を作製し、それぞれ熱・機械的な高性能化と異方的な磁場応答機能の評価を行う。

### (2) 有機相の構造・機能は無機相成長に反映させる転換型ハイブリッド

セルロース系多糖のメゾモルフィックネットワーク(液晶相固定化網目)を足場あるいは鋳型とした、炭酸・リン酸カルシウムの沈着成長によるアパタイトハイブリッド、およびアルコキシシランの加水分解/重縮合硬化による光学キラルなシリカモノリス・メゾポーラスシリカの各創製を行い、それぞれバイオメディカル材料と光波・物質分離材料への適用性を評価検討する。

## 3. 研究の方法

### (1) 包埋型ハイブリッド

層状複水酸化物(LDH)ナノ分散複合材料  
有機母剤として、セルロースアセテート(CA)および CA と相溶可能なポリアクリロイルモルホリン(PACMO)とその共重合体を選定する。無機フィラーには Mg-Al 型 LDH を共沈法で合成して用い、必要に応じて LDH の層間アニオンを脂肪酸オリゴマーで交換する。LDH を共存させた ACMO の重合によって LDH 層を剥離分散させ、その後キャスト法やプレス法により LDH 層含有の PACMO/CA フィルムを作製する。ポリマーのキャラクタリゼーションは NMR、FTIR、GPC 測定等により行う。各種 LDH の結晶構造・層間隔と剥離挙動は、X 線回折(WAXD)および電子顕微鏡観察により調査する。DSC 熱分析、動的粘弾性(DMA)測定、引っ張り試験により、フィルムの熱および力学特性を評価する。当該および関連のポリマー複合フィルムについて、相溶性評価と熱延伸に伴う複屈折・分子配向の測定も行う。

酸化鉄微粒子 in-situ 包埋の磁性機能材料  
IPN 様マトリックスとして、セルロース/ポリビニルアルコール(PVA)、カラギーナン(Car)/PVA、セルロースナノクリスタル(CNC)分散 Car の各複合ゲルを調製し、候補とする。マトリックスへの  $Fe^{2+}$  の取り込み、アルカリ処理による  $Fe(OH)_2$  の生成、酸化処理によるフェライト合成の手順を経て、磁性微粒子内包のネットワーク体を得る。延伸等により配向試料の作製も試みる。本シリーズの試料については、超伝導量子干渉磁束計(SQUID)による磁化特性の測定と外部磁界に対する巨視的応答の評価が主となる。

### (2) 転換型ハイブリッド

#### アパタイトのハイブリッド

液晶相固定化ネットワークとして、エチルセルロース(EC)/ポリアクリル酸(PAA)系を選定し、リオトロピック溶媒としてのアクリル酸(AA)の重合硬化を経てフィルム状に作製する方法を検討する。該液晶複合ポリマーを各種の塩を溶解した水槽に浸漬し、無機物(アパタイト)を液晶ゲル膜中に沈着成長させる。液晶溶液、液晶複合ポリマー、および無機含有複合体について、UV-Vis 分光・円二色性(CD)スペクトル測定、偏光顕微鏡・SEM 観測等から光学特性とコレステリック構造を評価する。無機複合体については、WAXD、DMA 等の測定も行う。比較試料として、多糖にキチン・キトサンを用いる系も検討する。

キラルなシリカモノリス・ポーラスシリカ  
多糖試料として、液晶形成能とキラル物質分離能を併せ持つセルロースフェニルカルバメート(CPC)類ならびにキトサンフェニルカルバメート(CtcPC)類を調製する。アルコキシシランとして、汎用のテトラメトキシシラン(TMOS)に加え、疎水基やアミノ基を有する類も準備する。アルコキシシランを溶媒主成分に用いて多糖のフェニルカルバメート

誘導体を高濃度で溶解し、コレステリック液晶を形成させる。次いで、シランをゾルゲル法によって重縮合硬化させ、シリカモノリス（有機-無機ハイブリッド）を得る。液晶相含有試料について、と同様に光学特性とコレステリック周期構造を評価する。さらに、シリカモノリスをカラムクロマトグラフィーの充填剤として用い、キラル物質認識能を調べる。また、有機相の溶媒抽出/焼成による無機ポーラス体の調製も試みる。

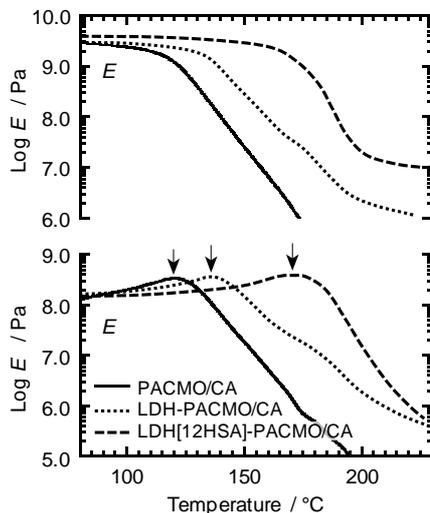
#### 4. 研究成果

##### (1) 包埋型ハイブリッド

層状複水酸化物(LDH)ナノ分散複合材料

代表者らは、セルロースアセテート(CA)と相溶するビニルポリマーとして、ビニルピロリドン含有の(コ)ポリマーに加え、ポリアクリロイルモルホリン(PACMO)を見出した。約2 nm以下のスケールで均一なPACMO/CA相溶ブレンド体が形成される(固体NMR緩和時間法による評価)。相溶を保証するCAのアセチル置換度DSは1.80~2.95と広い。その一方で、PACMOは脆弱性のポリマーであり、また相溶ブレンド体は両成分が非晶化して混合することから、PACMO/CAブレンドをバルク材料とするには熱機械特性の改善を必要とする。そこで、無機フィラーとしてMg-Al型LDHを合成し、種々の官能基を持つオリゴマーで層間を修飾することにより、PACMO/CAブレンド中にLDH層がナノ分散してマトリックスを強化する複合材料の創製を試みた。

LDHあるいは12-ヒドロキシステアリン酸修飾LDH(LDH[12HSA])の剝離層フィラーを約3.5 wt%含むPACMO/CA(=50/50)ブレンドのDMAデータを図1に示す。無機を含まないブレンド試料のデータと比較して、主分散ピークが高温側へ移動するとともに、約170以上でのE'の低下が大きく抑制されている。特にLDH[12HSA]の補強効果は顕著であり、ナノ層剝離と良分散の達成を支持している。



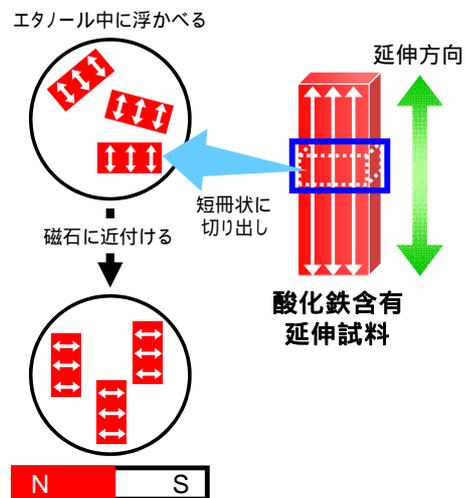
< 図1 PACMO/CAブレンドおよび無機フィラー強化PACMO/CAブレンドのDMAデータ。ポリマー組成は50:50, CAのDSは2.18.>

その他、関連のセルロース系複合フィルムについて、熱・光学・力学物性の改変のために、相溶性や延伸配向の基礎データを集積した。

酸化鉄微粒子 in-situ 包埋の磁性機能材料

セルロース/ポリビニルアルコール(PVA)およびカラギーナン(Car)/PVAの各複合ゲルのマトリックスに酸化鉄の in-situ 合成法を適用し、常温超磁性体を得ることができた。

酸化鉄含有のCar/PVA系については、ゲルの延伸配向によって磁気異方性試料の作製を試みた。SQUIDによる磁化測定の結果、印加磁場に対して延伸方向が平行となる磁化成分が垂直な成分よりも大きくなり、異方性が認められた。走査電子顕微鏡観察においても、酸化鉄粒子が延伸方向に沿ってarray配向している形態が確認された。なお、延伸試料の磁場-磁化曲線には弱ヒステリシスが現れ、厳密には強磁性体の挙動となっている。該延伸試料は、巨視的な(静)磁場刺激に対して単純な並進的応答ではなく、回転や擦れの動的応答を示すことが判った。図2には、Car/PVA延伸試料から切り出した短冊切片をエタノールに浮かべ棒磁石に近づけた際の様子を模式化した。延伸方向と磁力線が平行になるような動的挙動が観察される。



< 図2 酸化鉄微粒子内包のCar/PVA延伸試料から切り出した短冊切片の静磁場印加に対する動的挙動.>

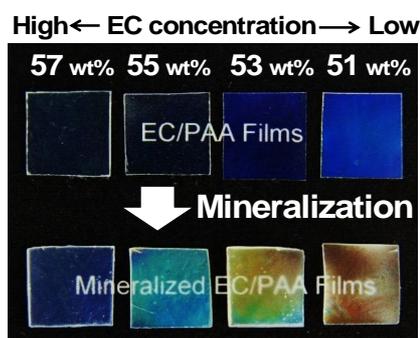
上記の他、セルロースナノクリスタル(CNC)を分散させたCarゲルやPVAゲルなどに酸化鉄微粒子をナノ充填し、超常磁性フィルムを合成することにも成功している。

##### (2) 転換型ハイブリッド

アパタイトのハイブリッド

エチルセルロース(EC)/アクリル酸モノマー(AA)溶液に光開始剤と架橋剤を仕込んで重合硬化させ、EC/PAAフィルムを作製した。フィルム中のEC濃度が50 wt%前後で鮮明なコレステリックカラーを発現した。各フィルム(10 mm角)をCaCl<sub>2</sub>、(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>、NaCl、およびPAAを含む無機成長用水溶液に一定時間浸漬し、ミネラルゼーション(ヒドロキシ

アパタイトの生成)を行った。図3に示すように、ミネラル化後の乾燥フィルムは、無機との複合前と比べて、長波長の反射色を呈した。重量も5~20%増加した。UV-VisおよびCDスペクトルの測定では、EC/PAAの各フィルムは、ミネラル化後に選択反射波長の長波長移動に対応したコレステリックピッチを与え、目視観察結果と一致した。なお、コレステリックのキラルセンスはミネラル化前後において不変であり、左巻き構造を維持した。DMAおよび熱重量測定の結果、アパタイトとのハイブリッドに伴いEC/PAAフィルムの高温域における剛性および耐熱性が著しく向上することが判った。



<図3 EC/PAA液晶フィルムミネラル化前の状態(上段)と後の状態(下段)における外観写真。全て乾燥試料について撮影。>

上記の他、生医学材料への応用を意図してキチン/ヒドロキシアパタイト複合ゲルの調製等も行った。

キラルなシリカモノリス・ポラスシリカジメチルアセトアミド/塩化リチウムを溶媒としたセルロースの均一溶液系で、3-クロロまたは4-クロロフェニルイソシアネートを付加させることにより、セルロース3-クロロフェニルカルバメート(Ce113CIPC)およびセルロース4-クロロフェニルカルバメート(Ce114CIPC)を合成した。Ce113CIPC/3-アミノプロピルトリメトキシシラン(APTMS)系およびCe114CIPC/テトラメトキシシラン(TMOS)/ジメチルホルムアミド(DMF)系を高ポリマー濃度で調製し、呈色するコレステリック液晶の形成を確認した。CD測定により、Ce113CIPC/APTMS液晶は右巻きのラセンセンスを、Ce114CIPC/TMOS/DMF液晶は左巻きのラセンセンスを各々有することが判った。両濃厚系を大気開放し、ゾル-ゲル法によって液晶構造を保持したシリカモノリスの作製に成功した。該ハイブリッドは、溶液系と比べて短波長色の光を選択反射するが、元の液晶のラセン旋回構造は維持しており、円偏光に対するキラル分離を実証した。

上記のシリカモノリスを粒状にしてカラムに充填し、キラル物質分離用液体クロマトグラフィーを試作したが、今後さらに粒径分布を10 μm程度に揃えて分離能を向上させる必要がある。また、有機相の完全除去による

無機ポラス体の作製のためにはセルロース成分の濃度を下げるとともに、無機相のネットワークをより強固にする必要がある。これらは今後の発展課題である。

その他、キトサンフェニルカルバメートやセルロースエーテル誘導体のリオトロピック液晶について、キロプティカル特性の溶媒・置換度依存性等の評価を行った。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計17件)

J. Sato, N. Morioka, Y. Teramoto, and Y. Nishio: Chiroptical properties of cholesteric liquid crystals of chitosan phenylcarbamate in ionic liquids, *Polymer Journal*, **46**, in press (2014). DOI: 10.1038/pj.2014.34 [査読有り]

K. Sugimura, Y. Teramoto, and Y. Nishio: Blend miscibility of cellulose propionate with poly(*N*-vinyl pyrrolidone-co-methyl methacrylate), *Carbohydrate Polymers*, **98**, 532–541 (2013). DOI: 10.1016/j.carbpol.2013.06.045 [査読有り]

C. Chang, Y. Teramoto, and Y. Nishio: Synthesis of *O*-(2,3-Dihydroxypropyl) Cellulose in NaOH/Urea Aqueous Solution: As a Precursor for Introducing "Necklace-Like" Structure, *Journal of Polymer Science, Part A: Polymer Chemistry*, **51**, 3590–3597 (2013). DOI: 10.1002/pola.26773 [査読有り]

H. Yamanaka, Y. Teramoto, and Y. Nishio: Orientation and Birefringence Compensation of Trunk and Graft Chains in Drawn Films of Cellulose Acetate-graft-PMMA Synthesized by ATRP, *Macromolecules*, **46**, 3074–3083 (2013). DOI: 10.1021/ma400155f [査読有り]

寺本好邦, 松本雄介, 西尾嘉之: 木粉誘導体への酸化鉄ナノ微粒子の化学充填による超常磁性木質プラスチックの創製, *材料*, **62**, 254–260 (2013). DOI: 10.2472/jsms.62.254 [査読有り]

K. Oya, T. Tsuru, Y. Teramoto, and Y. Nishio: Nanoincorporation of iron oxides into carrageenan gels and magnetometric and morphological characterizations of the composite products, *Polymer Journal*, **45**, 824–833 (2013). DOI: 10.1038/pj.2012.221 [査読有り]

K. Sugimura, S. Katano, Y. Teramoto, and Y. Nishio: Cellulose propionate/ poly(*N*-vinyl pyrrolidone-co-vinyl acetate) blends: dependence of the miscibility on propionyl DS and copolymer composition, *Cellulose*, **20**, 239–252 (2013). DOI: 10.1007/s10570-012-9797-y [査読有り]

S. Yoshitake, T. Suzuki, Y. Miyashita, D. Aoki, Y. Teramoto, and Y. Nishio: Nanoincorporation of layered double hydroxides into a miscible blend system of cellulose acetate with poly(acryloyl morpholine), *Carbohydrate Polymers*, **93**, 331–338 (2013). DOI: 10.1016/j.carbpol.2012.03.036 [査読有り]  
寺本好邦, 杉村和紀, 西尾嘉之: グリーンマテリアルの新展開:(1)セルロースエステルポリマーブレンドならびにグラフト共重合体 ~配向特性と光学機能の制御~, *日本接着学会誌*, **49**, 32–39 (2013). [査読無し]  
C. Chang, N. Peng, M. He, Y. Teramoto, Y. Nishio, and L. Zhang: Fabrication and properties of chitin/hydroxyapatite hybrid hydrogels as scaffold nano-materials, *Carbohydrate Polymers*, **91**, 7–13 (2013). DOI: 10.1016/j.carbpol.2012.07.070 [査読有り]  
M. Tatsumi, Y. Teramoto, and Y. Nishio: Polymer Composites Reinforced by Locking-In a Liquid-Crystalline Assembly of Cellulose Nanocrystallites, *Biomacromolecules*, **13**, 1584–1591 (2012). DOI: 10.1021/bm300310f [査読有り]  
M. Ito, Y. Teramoto, and Y. Nishio: Electrooptical Behavior of Aqueous (Hydroxypropyl)cellulose Liquid Crystals Containing Imidazolium Salts, *Biomacromolecules*, **13**, 565–569 (2012). DOI: 10.1021/bm201757d [査読有り]  
青木 弾, 寺本好邦, 西尾嘉之: セルロース系多糖を基軸とした機能性複合材料, 機能材料(シーエムシー出版), **32**, 54–61 (2012). [査読無し]  
R. Kusumi, Y. Teramoto, and Y. Nishio: Structural characterization of poly( $\epsilon$ -caprolactone)-grafted cellulose acetate and butyrate by solid-state  $^{13}\text{C}$  NMR, dynamic mechanical, and dielectric relaxation analyses, *Polymer*, **52**, 5912–5921 (2011). DOI: 10.1016/j.polymer.2011.10.032 [査読有り]  
寺本好邦, 青木 弾, 西尾嘉之: 機能性セルロース誘導体-分子凝集構造の制御と複合化による機能設計-, *バイオプラジャーナル*, **No. 43**, 18–23 (2011). [査読無し]  
D. Aoki, Y. Teramoto, and Y. Nishio: Cellulose acetate/poly(methyl methacrylate) interpenetrating networks: synthesis and estimation of thermal and mechanical properties, *Cellulose*, **18**, 1441–1454 (2011). DOI: 10.1007/s10570-011-9580-5 [査読有り]  
T. Unohara, Y. Teramoto, and Y. Nishio: Molecular orientation and optical anisotropy in drawn films of cellulose

diacetate-graft-PLLA: comparative investigation with poly(vinyl acetate-co-vinyl alcohol)-graft-PLLA, *Cellulose*, **18**, 539–553 (2011). DOI: 10.1007/s10570-011-9508-0 [査読有り]

[学会発表](計64件)

吉武勇人, 寺本好邦, 西尾嘉之: セルロースナノクリスタル/カラギーナン複合体への酸化鉄ナノ粒子の化学充填と延伸配向による磁気異方性材料の創製, 日本木材学会第64回大会, 2014年3月14日, 愛媛大学城北キャンパス共通教育講義棟(松山市).

Y. Nishio: Advanced fibers, films, and smart materials based on cellulose and related polysaccharides, *3rd International Polysaccharide Conference EPNOE 2013*, Oct 21st 2013, Nice (France).

吉武勇人, 寺本好邦, 西尾嘉之: 多糖を一成分としたポリマーマトリックスへの酸化鉄ナノ粒子の化学充填-配向性付与による新規磁性材料の創製-, *セルロース学会第20回年次大会*, 2013年7月19日, 京都大学宇治キャンパスおおばくプラザ(宇治市).

佐藤潤一, 寺本好邦, 西尾嘉之: 多糖フェニルカルバメート誘導体のコレステリック液晶構造を鋳型とした光学キラルなシリカモノリスの創製, *セルロース学会第20回年次大会*, 2013年7月18日, 京都大学宇治キャンパスおおばくプラザ(宇治市).

荻原拓也, 寺本好邦, 西尾嘉之: セルロース系液晶のメゾモルフィックネットワーク構造制御下におけるミネラリゼーション, *高分子学会第62回年次大会*, 2013年5月31日, 京都国際会館(京都市).

寺本好邦, 松本雄介, 西尾嘉之: 木粉誘導体への酸化鉄ナノ微粒子の化学充填による木質透明マグシートの創製, *日本木材学会第63回大会*, 2013年3月27日, 岩手大学教育学部(盛岡市).

西尾嘉之: セルロース系液晶の構造と機能-電場・磁場による制御を中心に-, *日本液晶学会 液晶物理・物性フォーラム研究会*, 2012年11月2日, 東陽テクニカ(株)本社第1会議室(東京都).

Y. Teramoto and Y. Nishio: Molecular orientation and optical anisotropy in drawn films of cellulosic graft copolymers, *3rd International Cellulose Conference (ICC 2012)*, 2012年10月11日, ガトーキングダム札幌(札幌市).

J. Sato, Y. Teramoto, and Y. Nishio: Preparation of optically chiral silica monolith by imprinting cholesteric architecture of liquid-crystalline polysaccharide phenylcarbamate derivatives, *3rd International Cellulose Conference (ICC*

2012), 2012年10月11日, ガトーキングダム札幌 (札幌市).

C. Chang, N. Peng, M. He, Y. Teramoto, Y. Nishio, and L. Zhang: Fabrication and properties of chitin/hydroxyapatite hybrid hydrogels as scaffold nano-materials, *3rd International Cellulose Conference (ICC 2012)*, 2012年10月10日, ガトーキングダム札幌 (札幌市).

杉村和紀, 寺本好邦, 西尾嘉之: セルローストリアセテート/アクリロイルホルリン-メタクリル酸メチル共重合体ブレンド系の相溶性評価, セルロース学会第19回年次大会, 2012年7月13日, 名古屋大学野依学術交流記念館 (名古屋市).

森岡信博, 寺本好邦, 西尾嘉之: イオン液体を溶媒としたコレステリック液晶のキロプティカル特性 ~多糖フェニルカルバメート誘導体をメソゲンとして~, 高分子学会第61回年次大会, 2012年5月29日, パシフィコ横浜 (横浜市).

Y. Teramoto and Y. Nishio: Molecular orientation and optical anisotropy in drawn films of cellulosic graft copolymers, *243rd ACS National Meeting*, Mar 27th 2012, San Diego (California, USA).

酒井理恵, 寺本好邦, 西尾嘉之: 電解質多糖/合成高分子系への酸化鉄粒子のナノ充填および配向性付与による磁気異方性材料の創製, 日本木材学会第62回大会, 2012年3月16日, 北海道大学農学部 (札幌市).

寺本好邦, 松本雄介, 酒井理恵, 西尾嘉之: 超常磁性木質プラスチックの設計試作, 第60回高分子討論会, 2011年9月29日, 岡山大学津島キャンパス (岡山市).

Y. Nishio: Enhancing functionality and performance of cellulosic materials in combination with other polymeric/inorganic ingredients, *2nd International Polysaccharide Conference EPNOE 2011*, Sept 2nd 2011, Wageningen (the Netherlands).

巽 美緒, 木村史子, 木村恒久, 寺本好邦, 西尾嘉之: 磁場配向法を活用したセルロースナノクリスタル液晶懸濁液からの複合材料の創製: 物性ならびにクリスタルの配向性の評価, セルロース学会第18回年次大会, 2011年7月15日, 信州大学工学部 (長野市).

青木 弾, 寺本好邦, 西尾嘉之: チオール-エン重合法を用いたセルロースアセテート/PMMA系新規IPNの調製と熱・機械的特性の評価, 高分子学会第60回年次大会, 2011年5月25日, 大阪国際会議場 (大阪市).

森岡信博, 寺本好邦, 西尾嘉之: 多糖フェニルカルバメート誘導体/イオン液体系のリオトロピック液晶形成と光学特性, 高分子学会第60回年次大会, 2011年5月25日, 大阪国際会議場 (大阪市).

〔図書〕(計4件)

高野俊幸, 西尾嘉之 (分担執筆): 丸善出版, 『化学便覧 応用化学編 (第7版)』 (日本化学会編), 2014年, 総ページ数1651 (pp.1189-1193).

西尾嘉之, 杉村和紀, 寺本好邦 (分担執筆): シーエムシー出版, 『機能性セルロース次元材料の開発と応用』 (近藤哲男監修), 2013年, 総ページ数239 (pp.69-78).

西尾嘉之 他 (共著): 講談社, 『セルロースのおもしろ科学とびっくり活用』 (セルロース学会編), 2012年, 総ページ数223 (pp.174-175).

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.fukugou.kais.kyoto-u.ac.jp/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

西尾 嘉之 (NISHIO, Yoshiyuki)  
京都大学・大学院農学研究科・教授  
研究者番号: 00156043

### (2) 研究分担者

寺本 好邦 (TERAMOTO, Yoshikuni)  
岐阜大学・応用生物科学部・准教授  
研究者番号: 40415716

### (3) 連携研究者

青木 弾 (AOKI, Dan)  
京都大学・大学院農学研究科・技術補佐員  
研究者番号: 80595702  
(平成23年度のみ参画)