

## 講座            生物材料機能学

### 2. 2. 11            研究分野：複合材料化学

|      |           |        |
|------|-----------|--------|
| 構成員： | 教授        | 西尾 嘉之  |
|      | 講師        | 吉岡 まり子 |
|      | 助教        | 寺本 好邦  |
|      | 大学院博士後期課程 | 2名     |
|      | 大学院修士課程   | 8名     |
|      | 専攻4回生     | 2名     |
|      | 研究員       | 1名     |

#### A. 研究活動（2010. 4～2011. 3）

##### A-1. 研究概要

a) バイオマス素材から先進的機能材料への各種複合化によるモダン変換

セルロース系多糖、リグニン、脂質等のバイオマス構成成分が有する被化学修飾能、水素結合能、キラリティー、半剛直性などの分子特性、並びにゲル・錯形成、液晶相発現などの集合体特性を活かしつつ、各種の分子修飾や複合化手法を用いて高機能材料への展開を図っている。

a-1) 液晶材料：分子鎖の半剛直性とキラリティーに由来してセルロース・キチン誘導体が濃厚系で形成するコレステリック液晶の選択光反射による呈色現象を、無機塩・イオン液体の共存、並びに弱電界の印加によって動的制御する機構を提案している。色彩や透明度の制御により調光・遮光が可能なデバイスの構築例を蓄積するとともに、コレステリックのらせんセンス（旋回方向）の制御を目標とした分子修飾を検討している。

a-2) 磁性材料：磁性鉄酸化物を多糖マトリックス中に数十nm径以下のスケールで化学充填するハイブリッド法を検討している。特に、外部から磁場刺激があったときのみ応答するインテリジェント材料として機能する超常磁性体の設計に着目している。釘付けや鋲留めが可能な上に磁石も使える軽量マグウッドの設計を図るとともに、多糖/合成ポリマー複合体をマトリックスとして磁性酸化鉄の配向制御に着手している。

a-4) 相溶ブレンド・相互侵入網目（IPN）構造：セルロースやキチンのエステルを対象に、成形加工性の改善を含めた諸物性の改変を目的として、可とう性ポリマー（含共重合体）との相溶性を調査し、エステルの置換度と共重合組成を関数とした精密な相溶マップを作成している。新しい相互侵入網目（IPN）構造の構築にも着手し、疎水性ポリマーをベースに本来非相溶な組み合わせでも緊密に複合化できることを見出している。

a-5) 液晶ガラスの構造緩和解析と機能化：コレステロール誘導体/鎖状オリゴマーから成る脂質錯体を対象に、熱転移スキームと分子凝集構造の変化を明らかにすると共に、液晶ガラスの形成とエンタルピー緩和現象を解析評価している。

a-6) セルロース誘導体（含グラフト共重合体）：セルロースの分子修飾と配向制御による機能発現を目的として、(i) グラフト共重合体の幹鎖/枝鎖の複屈折補償効果に注目し、配向複屈折制御型光学機能材料を設計すると共に、(ii) 高誘電性のセルロース誘導体を調製し、導入側鎖種並びに配向挙動と電気物性の相関について調査している。

a-7) リグニンの分子複合化：廃リグニンの有効利用を目的として、熱可塑性プラスチックと分子複合化して賦形化することにより、高いリグニン含有率（バイオベース度）と良好な保水性あるいは生理活性物質徐放能を両立できる機能材料への応用を図っている。

b) 木材とその構成成分、及び、その他バイオマスの可塑化・液化と高性能・高機能ポリマー材料への応用

b-1) 木材、セルロース、デンプンの熱可塑性化（プラスチック化）：木材成分のエステル化、エーテル化などにより、木材全体を熱流動させるまでの内部可塑性化を行いうることを見出した。その関連で、合成高分子とのポリマーアロイ化の研究および生分解性材料化の研究が行われている。さらに新規で実用的なセルロースおよび/あるいはデンプン誘導体にグラフト側鎖を導入した生分解性プラスチック材料、クレイなど無機物との複合化に関する研究も進められている。

b-2) 植物系バイオマスの液化：植物系バイオマス（単・オリゴ糖、あるいは、スギ等の間伐材、樹皮、コーヒーの搾りかす、OA紙等の廃棄物を含む）をフェノール類、多価アルコール類、環状エステル類と反応させながら液化（ソルボリシスを含む）を行う。液化の機構と反応性の発現の解明を行うと共に、液化物の高い反応性を利用して、接着剤、成形材料、発泡体、コーティング等への応用（必要に応じて生分解性を付与）、また、セルロースナノファイバー、あるいは、クレイやシリカなど無機物とのナノ複合化を検討している。

b-3) 植物バイオマス-プラスチック複合材料の調製とその特性化：ポリプロピレン、ポリエチレンなど汎用高分子やポリ乳酸などのバイオマス（生分解性）プラスチックと木粉・木材繊維、セルロース、デンプン等からの溶融成形可能な複合材料に関する研究であり、イ）相溶化剤を用い物性の格段に優れた材料とする研究、ロ）現在のゴミ問題との関連テーマでもある、焼却時の発熱量が低く、焼却後灰を残さない材料化の研究、ハ）高比率で木質系充填剤を混合する際の溶融粘度低減策に関する研究、ニ）セルロースナノファイバーを高度に分散させたナノコンポジットの調製に関する研究などが行われている。

## A-2. 研究業績（国内・国外含む）

### a) 成果刊行

#### 著 書

・西尾嘉之，寺本好邦：第2編，第1章「多糖の設計と機能化」，§2「多糖のエステルの合成と機能」，In 糖鎖化学の基礎と実用化，シーエムシー出版，pp. 133-143（2010）

・Yoshioka, M., Sakaguchi, K., Ohno, T., Nishio, Y., Shiraishi, N.: "An Approach for Fabricating Pulverized Cellulosics by Ultra High-Pressure Water Jet Treatment and Successive Usages for Polymer Nano-Composites and Graft Copolymerization", In "Biocompatible Nanomaterials: Synthesis, Characterization and Applications", Chapter 13, Nova Science Publishers, pp. 317-335（2010）

・吉岡まり子、常岡和記、寺澤 勇、白石信夫： 第2章第4節「未利用バイオマスからの液化樹脂の製造」、未利用バイオマスの活用技術と事業性評価、サイエンス&テクノロジー株式会社、pp. 138-143（2010）

原著論文（書評論文を含む）

・Lee, S. H., Y. Teramoto, T. Endo: Cellulose nanofiber-reinforced polycaprolactone/polypropylene hybrid nanocomposite（査読有り）. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing 42 (2); 151-156, 2011

・伊藤弘和, 服部英広, 高谷政広, 岡本忠, 遠藤貴士, 李承桓, 寺本好邦, 吾郷万里子, 今西祐志: 高充填ウッドプラスチックにおけるコンパウンドのフィブリル化処理の効果（査読有り）. 繊維学会誌 67 (1); 1-7, 2011

・Teramoto, Y., S. H. Lee, T. Endo, Y. Nishio: Scale of homogeneous mixing in miscible blends of organosolv lignin esters with poly( $\epsilon$ -caprolactone)（査読有り）. Journal of Wood Chemistry and Technology 30 (4); 360-372, 2010

・Matsumoto, Y., Y. Teramoto, Y. Nishio: Preparation of Thermoplastic Magnetic Wood via Etherification and In-situ Synthesis of Iron Oxide（査読有り）. Journal of Wood Chemistry and Technology 30 (4); 373-381, 2010

・Lee, S. H., S. Inoue, Y. Teramoto, T. Endo: Enzymatic saccharification of woody biomass micro/nanofibrillated by continuous extrusion process II: Effect of hot-compressed water treatment（査読有り）. Bioresource Technology 101 (24); 9645-9649, 2010

・Yoshida, T., S. Tsubaki, Y. Teramoto, J. Azuma: Optimization of microwave-assisted extraction of carbohydrates from industrial waste of corn starch production using response surface methodology (査読有り) . Bioresource Technology 101 (20); 7820-7826, 2010

・Lee, S.-H., Y. Teramoto, T. Endo: Enhancement of enzymatic accessibility by fibrillation of woody biomass using batch-type kneader with twin-screw elements (査読有り) . Bioresource Technology 101 (2); 769-774, 2010

・Ikeuchi, Y., F. Z. Khan, N. Onishi, M. Shiotsuki, T. Masuda, Y. Nishio, F. Sanda: Amino Acid-Functionalized Ethyl Cellulose: Synthesis, Characterization, and Gas Permeation Properties (査読有り) . Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry 48 (18); 3986-3993, 2010

・Aoki, D., Y. Nishio: Phosphorylated cellulose propionate derivatives as thermoplastic flame resistant/retardant materials: influence of regioselective phosphorylation on their thermal degradation behaviour (査読有り) . Cellulose 17 (5); 963-976, 2010

・吉岡まり子、桂 寛文、白石信夫： 木質バイオマス由来カーボンファイバーの調製と特性化 (査読有り)、材料 60(1)、35-40、2011

・李承桓，寺本好邦，遠藤貴士：水熱・オゾン処理／機械的解繊によるセルロースナノ繊維の調製とその酵素糖化性及び複合材料化. Cellulose Communications 18 (1); 12-17, 2011

・寺本好邦，久住亮介，西尾嘉之：バイオマスポリマー／脂肪族ポリエステル複合系の微細構造設計と分子・材料特性解析. Cellulose Communications 17 (2); 67-73, 2010

## 特許

・特願2010-115089、「複合光学フィルムおよびその製造方法、液晶表示装置」、市原正寛、林秀樹、松岡祥樹、西尾嘉之

・特願2010-281349、「液化バイオマスの製造方法、熱硬化性樹脂の製造方法、液化バイオマス及び熱硬化性樹脂」、吉岡まり子、白石信夫

## b) 学会発表

・The 4th International Conference on Bio-Composites (Seoul, South Korea): 2件 (招待)

・高分子学会第59回年次大会：3件

・繊維学会平成22年度年次大会：1件 (招待)

・高分子学会 高分子基礎物性研究会：1件 (招待)

・セルロース学会第17回年次大会：4件

- ・第42回関西バイオポリマー研究会：1件（招待）
- ・セルロース学会関西支部 第6回若手セミナー：1件（招待）
- ・第55回リグニン討論会：1件
- ・Pacifichem 2010：2件
- ・セルロース学会第16回ミクロシンポジウム：1件（招待）
- ・日本木材学会第61回大会：4件

### A-3. 国内における学会活動など①

#### 所属学会等（役割）

- ・西尾嘉之：日本木材学会（編集委員長）、セルロース学会（副会長）、繊維学会（評議員）、日本木材加工技術協会（関西支部理事、木材・プラスチック複合材部会学術諮問委員）
- ・吉岡まり子：日本木材学会（地球環境委員会委員、研究強化・企画委員会委員）、日本材料学会（評議員、査読委員、高分子材料部門委員会幹事・企画事業委員）、日本木材加工技術協会（木材・プラスチック複合材部会学術諮問委員、合板部会幹事）、高分子学会(エコマテリアル研究会運営委員)
- ・寺本好邦：日本木材学会（編集委員）、日本木材加工技術協会（木材・プラスチック複合材部会学術諮問委員）

### A-3. 国内における学会活動など②

#### 競争的資金等獲得状況

#### ①科学研究費補助金

- ・基盤研究(A)：西尾 嘉之：セルロース系多糖のナノtoメゾ領域の新規構造制御とモダン機能の解析
- ・基盤研究(C)：吉岡 まり子：バイオマス含有ポリマー系ナノコンポジット類の創製と機能特性の体系化
- ・若手研究(B)：寺本 好邦：リグノスルホン酸の水酸基とスルホ基をそれぞれ賦形化と機能発現に活用した材料創製

## ②その他の競争的資金

・積水化学 第8回 自然に学ぶものづくり研究助成：寺本 好邦：海藻のキレート能に学ぶ木材への熱可塑性と磁性機能の付与 新規軽量マグボードの創製

・（独）科学技術振興機構 研究成果最適展開支援事業 フィージビリティスタディステージ【FS】 探索タイプ：吉岡まり子：セルロースナノファイバー複合化ポリオレフィンのリチウムイオン電池用セパレータへの適用検討

## A-4. 国際交流・海外活動①

### 所属学会等（役割）

・西尾 嘉之：Cellulose（Journal 編集委員）、International Academy of Wood Science（Fellow）

## B. 教育活動（2010. 4～2011. 3）

### B-1. 学内活動

#### a) 開講授業科目（担当教員）

・全学共通科目： 森林基礎科学A（分担：西尾）

・学部： 森林科学Ⅱ（分担：西尾）、高分子合成化学（西尾）、高分子物性学（西尾）、バイオマス複合材料化学（吉岡）、森林科学実習Ⅱ（分担：西尾、吉岡、寺本）、森林基礎化学実験及び実験法（分担：西尾、吉岡、寺本）、バイオマス化学実験及び実験法Ⅱ（分担：西尾、吉岡、寺本）

- ・大学院： 複合材料化学Ⅰ（吉岡）、複合材料化学専攻実験（西尾、吉岡、寺本）、複合材料化学演習（西尾、吉岡、寺本）

## B-2. 学外における教育活動

### 公開講座等

・吉岡まり子：講演タイトル：液化バイオマス由来ネットワークポリマー（熱硬化性樹脂）成形品の開発と自動車部材への適用、講演会名称： 研究者・技術者のためのセミナー” 自動車用途に向けたバイオマスプラ・バイオ樹脂の設計と技術動向”、主催機関：サイエンス&テクノロジー株式会社、役割：講師

## C. その他

- ・西尾嘉之：農学研究科副研究科長
- ・吉岡まり子：科学技術振興調整費評価作業部会（国際共同研究推進評価作業部会）委員（独立行政法人科学技術振興機構、2010年8月～2011年1月）
- ・寺本好邦：平成22年度「岡山バイオマスイノベーション創出研究委託事業」及び「岡山バイオマスイノベーション創出補助金」に係る審査委員（岡山県、2010年4月～2011年3月）