

自己評価報告書

平成 23 年 5 月 6 日現在

機関番号：14501
研究種目：基盤研究（A）
研究期間：2008～2011
課題番号：20246100
研究課題名（和文） セルロースナノ繊維を利用したエコ&ナノ複合材料の創製と機能発現
研究課題名（英文） Eco & Nano Composite using Cellulose Nanofibers
研究代表者 西野 孝（TAKASHI NISHINO）
神戸大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号：40180624

研究分野：高分子物性，複合材料，環境調和材料
科研費の分科・細目：材料工学・複合材料・物性
キーワード：セルロース，環境調和材料，ナノ材料，ナノ繊維，複合材料，力学物性，熱物性，天然高分子

1. 研究計画の概要

セルロースナノ繊維を複合材料の充てん繊維としてだけでなく、マトリックスとしても用い、高機能・高性能を併せ持つ環境調和型ナノ複合材料を創製することを目的とし、材料創製と発現機能についての検討を進めている。この目的のため、超臨界二酸化炭素、*in situ* 重合、*in situ* 培養、電界紡糸など最新テクノロジーを駆使することで、従来法とはパラダイムを全く異にする高分子系複合材料の製造手法を確立する。

(1) 超臨界二酸化炭素を利用したセルロースナノ繊維の表面選択的熱可塑化と複合材料の創製

(2) セルロースナノ繊維存在下での L-乳酸の *in situ* 重合による環境調和型複合材料の創製

(3) セルロースマクロ繊維を存在下でのセルロースナノ繊維の *in situ* 培養による全セルロース複合材料の創製

(4) 機能性ナノ粒子存在下でのセルロースナノ繊維の *in situ* 培養と複合材料化

2. 研究の進捗状況

上記 (1)～(4) について、下記のように進捗している。得られた複合材料はいずれも環境調和性を併せ持つナノ複合材料であるのみならず、高い力学物性、高い可視光透明性、高い耐熱性、低い熱膨張係数を併せ持つており、従来型の複合材料を凌駕する性能を発揮することを見出している。一部成果は既に学術論文、学術報告としてまとめ、国内外の新聞やテレビで紹介されるなど社会的な反響を得ている。

(1) まず、通常セルロース繊維について

の処理条件を確立し、反応時間をパラメータとすることで繊維表層から内部までの傾斜修飾や全修飾が可能であることを見出し、その成果を学術論文とした。現在、セルロースナノ繊維に対して適用し、ナノ複合材料化を進め、その成果は学術報告予定（高分子学会年次大会(2011.5.25)）である。

(2) バクテリアセルロース存在下での *in situ* 重合と環境調和型複合材料化に成功した。その成果については学術論文として準備中である。現在引き続き、グラインダー処理により得られたセルロースナノ繊維存在下での *in situ* 重合に取り組んでおり、その成果は学術報告予定（高分子研究発表会(神戸)(2011.7.15)）である。

(3) 現在、研究進行中であり、本年度内に成果が得られる予定である。

(4) 機能性ナノ粒子としてナノダイヤモンドを取り上げ、その存在下でセルロースナノ繊維の *in situ* 培養と複合材料化に成功した。その成果については学術論文として準備中である。現在引き続き、層状ケイ酸塩存在下での培養に取り組んでいる。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している

当初計画通りに研究が順調に進展し、目的とする多彩な Eco&Nano 複合材料の創製に成功している。さらに、得られた複合材料が環境調和性に富む特性を示すのみならず、従来型の複合材料を飛躍的に上回る性能を発揮することを見出した。このことは計画以上に極めて高い波及効果が期待できることを意味している。

4. 今後の研究の推進方策

上記(1)～(4)を推し進めることで、引き続きEco&Nano複合材料の創製に取り組む。この点についてはこれまでの実績から年度内に不足点を補う成果が得られる予定である。また得られた成果について学術論文、学術報告として外部発表につとめると共に、4年に亘る研究の総括を行う予定である。

5. 代表的な研究成果

(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 8 件) 全て査読有

- ①Acetylation of Plant Cellulose Fiber in Supercritical Carbon Dioxide, T. Nishino, M. Kotera, M. Suetsugu, H. Murakami, Y. Urushihara, *Polymer*, vol. 52, pp. 830-836 (2011).
- ②All-cellulose nanocomposite made from nanofibrillated cellulose fibers, H. Yousefi, T. Nishino, M. Faezipour, G. Ebrahimi, A. Shakeri, S. Morimune, *Advanced Composites Letters*, vol. 19, pp. 190-195 (2010).
- ③A non-solvent approach for high-stiffness all-cellulose biocomposites based on pure wood cellulose, H. Nilsson, S. Galland, P. Larsson, E. Kristofer, T. Nishino, L. A. Berglund, T. Iversen, *Composite Science and Technology*, vol. 70, pp. 1704 - 1712 (2010).
- ④All-cellulose composites of regenerated cellulose fibres by surface selective dissolution, N. Soykeabkaew, T. Nishino, T. Peijs, *Composites, Part A*, vol. 40, pp. 321-328 (2009).
- ⑤ All-Cellulose Composites by Surface Selective Dissolution of Aligned Ligno-Cellulosic Fibres, N. Soykeabkaew, N. Arimoto, T. Nishino, T. Peijs, *Composites Science and Technology*, vol. 68, pp. 2201-2207 (2008).

[学会発表] (計 15 件)

- ①ナノダイヤモンド充てんバクテリアセルロース複合材料の創製, 西野 孝・小寺 賢・末次真梨・久岡育司・後藤公也・畑克彦, 高分子討論会(2010. 9. 25), 北海道大学
- ②全セルロース複合材料, 西野 孝, 関西バイオポリマー研究会 (2010. 8. 3) 産総研関西センター(招待講演)
- ③CELLULOSIC NANOCOMPOSITE PREPARED BY ACETYLATION OF BACTERIAL CELLULOSE USING SUPERCRITICAL CARBON DIOXIDE, M. Suetsugu, M. Kotera, T. Nishino, The 17th International Conference on Composite Materials (2009. 7. 25), Edinburgh
- ④ Eco & Nano Composites using Bacterial Cellulose, T. NISHINO, THE IUMRS INTERNATIONAL CONFERENCE IN ASIA 2008 (2008. 12) , NAGOYA (INVITED LECTURE)
- ⑤ Bacterial Cellulose / Poly(L-lactic acid) composite Prepared by *In Situ* Polymerization, T. NISHINO, M. KOTERA, K. JINNO, The 5th International Workshop on Green Composites (2007. 9. 8), Fukushima

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他] 新聞発表等

- ①TV 全国ネット(奇跡の地球物語, テレビ朝日系列, 土曜日 18:00-18:30) 2009. 11. 21 で「鉄よりも強靱な紙」が紹介された。
- ②日刊工業新聞 2008 年 10 月 7 日 「環境調和型ナノコンポジット」に関する科学記事が掲載された。
- ③New York Times 2008 年(2008. 6. 10)に「ナノペーパー」に関する科学記事が掲載された。
- ④Newton2008 年 7 月 26 日「鉄よりも強い紙ができた」紹介記事が掲載された。