

未来社会創造事業 探索加速型  
「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域  
年次報告書(探索研究)

令和元年度 研究開発実施報告書
--------------------

平成 30 年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：宇山 浩]

[大阪大学大学院工学研究科・教授]

[研究開発課題名：変性 CNF を用いる機能複合材料の階層構造制御]

実施期間：平成 31 年 4 月 1 日～令和 2 年 3 月 31 日

## §1. 研究開発実施体制

### (1)「宇山」グループ(大阪大学)

① 研究開発代表者:宇山 浩 (大阪大学大学院工学研究科、教授)

② 研究項目

- ・カルボン酸量の異なるクエン酸変性セルロース (CAC)の疎水化
- ・クエン酸変性 CNF (CACNF)の二次変性による多樹脂への適用

### (2)「寺本」グループ(京都大学)

① 主たる共同研究者:寺本 好邦 (京都大学大学院農学研究科、准教授)

③ 研究項目

- ・フィラーの分散を簡便且つ定量的に評価する手法の開発

### (3)「高島」グループ(大阪大学)

① 研究開発代表者:高島 義徳 (大阪大学高等共創研究院・理学研究科、教授)

② 研究項目

- ・ホスト-ゲスト相互作用で架橋された超分子エラストマーに CACNF を添加したエラストマー作製
- ・超分子ヒドロゲル/CACNF 複合体への無機塩添加による強靭化
- ・可動性架橋超分子材料と CACNF との複合化

### (4)「櫻井」グループ(大阪大学)

① 主たる共同研究者:櫻井 英博 (大阪大学大学院工学研究科、教授)

② 研究項目

- ・Au:CACNF 触媒調製の再現性の確認
- ・Au:CACNF による空気酸化反応の検討
- ・CACNF 担持 Au/Pd 合金ナノクラスターの調製検討

## §2. 研究開発実施の概要

宇山グループ (大阪大学)では、カルボン酸量の異なるクエン酸変性セルロース (CAC)の疎水化およびクエン酸変性 CNF (CACNF)の二次変性による様々な樹脂へのフィラーとしての適用を検討した。CAC のカルボン酸導入量制御と、疎水化剤の最適化に成功した。PP 樹脂の機械的強度から評価したところ、カルボン酸導入量によって最適なステアリン酸マグネシウム量は変化することがわかった。また、PP 以外の樹脂用の CACNF を開発した。CACNF のカルボン酸の水素結合能を利用するとポリ乳酸の機械的強度が向上することを明らかにした。

寺本グループ (京都大学)では、フィラーの分散を簡便且つ定量的に評価する手法を開発した。CNF をはじめとするセルロース系フィラー/ポリオレフィン複合材の性能は、マトリックス中のフィラー分散 (凝集と空間配置)に影響される。しかし分析手法の制約から、分散性は複合材の力学物性から一般には推測される。複合材中のセルロース系フィラーを蛍光試薬 calcofluor white で選択的に標識し、数万個のフィラー粒子の明瞭な画像を得た。フィラーの凝集挙動を蛍光粒子の面積から、空間配置の正規性 (ランダム性) を蛍光粒子の重心間距離の分布の歪度から、それぞれ分離評価できた。この手法は CACNF の複合材にも適用できた。

高島グループ (大阪大学)では、シクロデキストリン (CD)と種々の分子を高分子側鎖に修飾し、ホスト-ゲスト包接錯体の形成と解離の可逆的結合機能を用いて材料に強靱性や自己修復性等の機能付与を目的に、ホスト-ゲスト相互作用で架橋された超分子エラストマーに CACNF を添加したエラストマー作製、超分子ヒドロゲル/ CACNF 複合体への無機塩添加による強靱化、可動性架橋超分子材料と CACNF との複合化を行い、いずれの場合も高靱性化が認められた。

櫻井グループ (大阪大学)では、クエン酸変性 CNF に対する金属ナノクラスターの担持方法の再現性を確認し、その過程でクエン酸変性 CNF 表面の化学状態によって担持効率が大きく変化することを見出した。また、調製した Au:CACNF が有機溶媒中でアルコールの空気酸化反応を触媒することを見出し、高い耐久性を有することがわかった。加えて、サイズ選択的な Au/Pd 合金ナノクラスターの調製検討を行い、担持効率 80%で粒子サイズを保持しつつ、PVP から CACNF に担持することができた。