

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(探索研究期間)

令和2年度 研究開発年次報告書
--------------------

平成 29 年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：齋藤 継之]

[所属：国立大学法人東京大学大学院農学生命科学研究科・准教授]

[研究開発課題名：多段階ボトムアップ式構造制御によるセルロースナノファイバー  
の高度特性発現]

実施期間：令和2年4月1日～令和3年3月31日

## §1. 研究開発実施体制

(1)「セルロースナノファイバーの精密構造解析と断熱性多孔体の形成」グループ(東京大学)

① 研究開発代表者: 齋藤 継之 (東京大学大学院農学生命科学研究科、准教授)

② 研究項目

- ・蒸発乾燥法による多孔体形成と物性解析
- ・凍結乾燥法による多孔体形成と物性解析
- ・CNF の結晶性解析

(2)「断熱性 CNF 多孔体の形成と応用」グループ(北越コーポレーション株式会社)

① 主たる共同研究者: 根本 純司 (北越コーポレーション株式会社新機能材料開発室、研究ユニットリーダー)

② 研究項目

- ・凍結乾燥法による大型多孔体の形成
- ・凍結乾燥プロセスの最適化

(3)「セルロースナノファイバーの精密構造解析」グループ(京都大学)

① 主たる共同研究者: 小林 加代子 (京都大学大学院農学研究科、助教)

② 研究項目

- ・CNF の局所欠陥構造の解析
- ・CNF の統計的形狀解析

(4)「表面修飾ナノファイバーの成膜プロセスとフィルム物性の評価」グループ(大阪大学)

① 主たる共同研究者: 能木 雅也 (大阪大学産業科学研究所、教授)

② 研究項目

- ・成膜プロセスと性能の相関解析
- ・成膜の高速化
- ・機能性の開拓と機構解明
- ・耐水性・耐熱性の対策

(5)「表面修飾ナノファイバーを用いた電子デバイス用絶縁性封止フィルム開発」グループ(第一工業製薬株式会社)

① 主たる共同研究者: 後居 洋介 (第一工業製薬株式会社研究カンパニー部、レオクリスタ開発グループ長)

② 研究項目

- ・絶縁封止材に適した CNF の製造

- ・絶縁性封止材への CNF 複合化
- ・CNF 複合絶縁性封止材の物性評価

(6)「表面修飾 CNF/樹脂均一マスターバッチ開発」グループ(東京大学)

- ① 主たる共同研究者: 藤澤 秀次 (東京大学大学院農学生命科学研究科、助教)
- ② 研究項目
  - ・CNF 含有量の制御
  - ・CNF 表面修飾のプロセス開発
  - ・修飾基選定による脆性対策

(7)「表面修飾 CNF/樹脂均一マスターバッチの樹脂製造条件検討」グループ(東亜合成株式会社)

- ① 主たる共同研究者: 後藤 彰宏 (東亜合成株式会社R&D総合センター、主査)
- ② 研究項目
  - ・乳化重合プロセスのスケールアップ検討
  - ・溶融混練による複合材料の調製と特性評価

## §2. 研究開発実施の概要

本研究の目的は、セルロースナノファイバー(CNF)の分散・表面・配列・集積の各段階を精密制御し、優れた CNF 特性を高度に発現した構造体を形成する技術体系を確立することである。対象とする構造体は、CNF 固有の優れた機能・性能を活かした「強化樹脂マスターバッチ用 CNF 粉体」や「電子デバイス用 CNF フィルム」、「透明断熱性 CNF 多孔体」である。さらに本研究では、「CNF 構造の精密解析」にも取り組み、CNF 研究の基盤形成に資する知見を蓄積していく。

2020 年度の成果概要は次の通りである。「強化樹脂マスターバッチ用 CNF 粉体」の研究では、マスターバッチ中 CNF の 表面修飾基の最適化を行い、溶融混練によって得られる複合材料のヤング率と靱性の向上を達成した。また、乳化重合法のスケールアップ検討を行い、100 L の反応液を用いたマスターバッチ調製にも成功した。われた電子デバイスは、水に濡れても故障しないメカニズムを明らかにし、さらに、電子デバイス用マイグレーション防止用絶縁性封止材として CNF 複合ウレタン樹脂の開発を行った。「透明断熱性 CNF 多孔体」の研究では、食品業界を中心に産業利用されている凍結乾燥法により、透明断熱性の CNF 多孔体を形成する条件を見出した。ただし、現状のプロセスでは、ゲルの溶媒置換や液体窒素を使用するため、今後はさらに実用性を高めるべく、プロセスの簡便化に取り組む必要がある。「CNF 構造の精密解析」の研究では、CNF の長軸方向において、局所的に分子鎖が欠損し、細くなった領域も存在することが明らかとなった。さらに統計解析を進め、これらの欠陥が CNF の折れ曲がったところや末端部に局在化していることを突き止めた。CNF 研究に新たな構造理解をもたらした成果といえる。