

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
終了報告書（探索研究）

令和元年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名: 敷中 一洋]

[所属: 産業技術総合研究所 化学プロセス研究部門・上級主任研究員]

[研究開発課題名: 植物をきれいに分けて使って還す～植物循環型利用]

実施期間: 令和元年 11 月 1 日～令和 6 年 3 月 31 日

§1. 研究実施体制

(1) 敷中グループ(国立研究開発法人産業技術総合研究所)

① 研究開発代表者: 敷中 一洋 (産業技術総合研究所化学プロセス研究部門、上級主任研究員)

② 研究項目

- ・同時酵素糖化粉碎(SESC)で得られるリグニン【SESCリグニン】を例としたリグニン誘導体の改質に向けた有機修飾反応機構の解明と最適化
- ・白色／透明化リグニン誘導体の機能(耐熱性・抗酸化性・紫外線吸収性等)評価
- ・SESCリグニン／白色リグニン誘導体による複合体の構造／機能評価

(2) 富永グループ(国立大学法人東京農工大学)

① 主たる共同研究者: 富永 洋一 (東京農工大学大学院生物システム応用科学府、教授)

② 研究項目

- ・SESCリグニン誘導体ないし白色リグニン誘導体ベース素材の機械的／熱的特性評価
- ・SESCリグニン誘導体ないし白色リグニン誘導体ベース素材の構造／機能評価
- ・SESCリグニン誘導体ないし白色リグニン誘導体ベース複合体の生分解性評価

§2. 研究開発成果の概要

1 リグニン誘導体の白色化と白色化メカニズムの解明: 極性の異なる混合溶媒中における各種イソシアナート誘導体による有機修飾をおこない、SESCリグニンをはじめ複数種のリグニン誘導体の白色化を達成した。白色リグニンの着色をリグニン誘導体種・反応溶媒・溶媒浸漬・置換基構造などで制御した結果と透過型電子顕微鏡を例とした構造評価および熱メタノール分解を通じた有機置換基修飾量評価などを元に、均質粒子への自己組織化と表面被覆がリグニン誘導体の白色化を引き起こすと提案した(成果1)。

2 白色リグニンの特性評価: 白色リグニンないしその組成物の物理特性を評価した。一例としてSESCリグニンで確認した有機高分子の耐熱化機能(成果2)を白色リグニンにおいて見出し(成果1)、意匠性の高い機能性高分子素材としての用途可能性を提案した(その他諸物性については特許および論文公開前につき割愛)。各種リグニン誘導体およびイソシアナート原料で実施したリグニンの白色化を、炭素数の異なるアルキル鎖を持つイソシアナート原料で実施し、一定以上の炭素数のアルキル鎖を持つイソシアナートのみでのリグニン白色化を確認、白色化にはある一定以上の嵩高さを持つ置換基が必要であることを解明した。更にジイソシアネートによるリグニン白色化を達成、修飾置換基の炭素末端有無ないし置換基構造により白色リグニンの耐熱性が大きく異なることを解明した。

3. SESCリグニンの高機能導電フィラーとしての機能解明: SESCリグニンについて極少量の添加による固体高分子電解質のイオン伝導性の飛躍的向上を達成した(成果3)。更にモデル化合物による電解質のイオン伝導性制御や計算機シミュレーションによる構造評価を通じてイオン伝導性向上メカニズムを評価した(結果については論文投稿中のため割愛)。

4 リグニン誘導体およびその組成物の分解性評価: リグニン誘導体・白色リグニンおよびその組成物の分解性を評価した(結果については論文投稿中のため割愛)。

【代表的な原著論文情報】

1) Kazuhiro Shikinaka, Yuichiro Otsuka, “Functional “permanently whitened” lignin synthesized via solvent-controlled encapsulation”, *Green Chemistry*, 2022, 24, 3243-3249.

2) Haruka Sotome, Kazuhiro Shikinaka, Ai Tsukidate, Yoichi Tominaga, Masaya Nakamura, Yuichiro Otsuka, “Polymer heatproofing mechanism of lignin extracted by simultaneous enzymatic saccharification and comminution”, *Polymer Degradation and Stability*, 2020, 179, 109273.

3) Zitong Liu, Kazuhiro Shikinaka, Yuichiro Otsuka, Yoichi Tominaga, “Enhanced ionic conduction

in composite polymer electrolyte filled with a plant biomass “lignin”, *Chemical Communications*, 2022, 58, 4504-4507.