

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)

令和元年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名:園木 和典]

[国立大学法人 弘前大学農学生命科学部・准教授]

[研究開発課題名:リグニンからの芳香族ポリマー原料の選択的生産]

実施期間 : 令和4年4月1日～令和5年3月31日

## §1. 研究開発実施体制

### (1)「弘前大」グループ(弘前大学)

① 研究開発代表者:園木 和典 (弘前大学 農学生命科学部 准教授)

#### ② 研究項目

- ・リグニン低分子化用金属発泡体固定化触媒の開発と反応条件最適化
- ・低分子フェノール類からバニリン酸 (VA) 等芳香族モノマーを生産するロバスト性の高い微生物株の作出
- ・芳香族モノマーを原料とした新規ポリマーの合成と性能評価

### (2)「長岡技大」グループ(長岡技術科学大学)

① 主たる共同研究者:政井 英司 (長岡技術科学大学 大学院工学研究科 教授)

#### ② 研究項目

- ・低分子フェノール類から VA 等芳香族モノマーを生産する微生物株の作出
- ・リグニン分解物を基質とした新規微生物株の単離と宿主-ベクター系の構築

### (3)「北大」グループ(北海道大学)

① 主たる共同研究者:中坂 佑太 (北海道大学 大学院工学研究院 准教授)

#### ② 研究項目

- ・アルカリ酸化分解反応によるリグニン低分子化反応条件の最適化

### (4)「帯畜大」グループ(帯広畜産大学)

① 主たる共同研究者:吉川 琢也 (北海道国立大学機構 帯広畜産大学 環境農学研究部門 准教授)

#### ② 研究項目

- ・アルカリ酸化分解反応によるリグニン低分子化反応条件の最適化

### (5)「農工大」グループ(東京農工大学)

① 主たる共同研究者:銭 衛華 (東京農工大学 大学院 工学研究院 教授)

#### ② 研究項目

- ・水熱分解反応によるリグニン低分子化反応条件の最適化

### (6)「コニカミノルタ」グループ(コニカミノルタ株式会社)

① 主たる共同研究者:磯部 和也 (コニカミノルタ株式会社 情報機器開発本部 材料要素技術開発センター 化製品開発部 アシスタントマネジャー)

#### ② 研究項目

- ・芳香族モノマーのトナー適用検討

## §2. 研究開発成果の概要

本研究開発課題では化学プロセスと生物プロセスが連携して、(1) リグニン低分子化技術の芳香族モノマー生産への最適化、(2) 芳香族モノマー生産微生物株の作出、(3) 製品の差別化に展開可能な芳香族ポリマーの合成に取り組み、リグニンからの選択的な芳香族モノマー生産および産業に有用な芳香族素材創出に展開できる要素技術開発を実施している。

- (1) リグニンから芳香族モノマーの量合成に向け、バガスから調製したオルガノソルブリグニン (JST-ALCA 実用技術化プロジェクト バイオマスの化成品化およびポリマー化のための高効率生産プロセスの開発において実施された天然多環芳香族からの単環芳香族の単離・製造技術開発の成果物) を使用して、アルカリ水酸化銅酸化分解プロセスのスケールアップを検討した。オルガノソルブリグニンの液液抽出、水酸化銅を固定化した金属発泡体触媒を使用した流通式アルカリ酸化分解、芳香族モノマー生産に適した低分子量画分を酸化分解物から回収する溶剤分画からなるプロセスが工場レベルで実施可能である見通しを得た。
- (2) (1) の分解物に含まれる 10 種類以上の芳香族モノマーの混合物から VA を選択的に蓄積できるように *Pseudomonas* sp. NGC7 株の代謝経路を改変した。4 種類の VA 分解酵素遺伝子のうち VA に対する触媒活性が最も高い酵素遺伝子の破壊、バガスソルブリグニンのアルカリ水酸化銅酸化分解物から VA を生産するために必要な酵素遺伝子群<sup>1)</sup> の導入などを行った VA 生産株は、(1) の分解物から VA を生産できた。
- (3) 高耐熱性ポリマーである VA ポリエーテルエステルの分子量向上に有効な触媒を見出し、それを適用した合成処方確立した。確立した処方方は、VA のアナログ化合物であるシリンガ酸、4-ヒドロキシ安息香酸からのポリエーテルエステル合成にも適用できることを確認した。また、VA から誘導したビニルモノマーを用いて作製したトナーが基本物性を満たす見通しを得た。

### 【代表的な原著論文情報】

- <sup>1)</sup> Higuchi Y, Kamimura N, Takenami H, Kikuri Y, Yasuta C, Tanatani K, Shobuda T, Otsuka Y, Nakamura M, Sonoki T, Masai E. The catabolic system of acetovanillone and acetosyringone in *Sphingobium* sp. strain SYK-6 useful for upgrading aromatic compounds obtained through chemical lignin depolymerization. *Applied and Environmental Microbiology*. 88(16):e00724-22, 2022.