

京都大学教育研究振興財団助成事業
成 果 報 告 書

2025年 4 月 25日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団
会 長 藤 洋 作 様

所 属 部 局 エネルギー科学研究科国際先端エネルギー科学研究教育センター

職 名 特定助教

氏 名 ラベマヌルンツ ハリファラ フェヌハシナ

助 成 の 種 類	令和6年度 ・ 研究活動推進助成		
申請時の科研費 研究 課 題 名	クロストリジウム共培養を用いた直接発酵によるバイオマスの完全利用		
上記以外で助成金 を 充 当 し た 研 究 内 容	該当ありません		
助成金充当に関 わる共同研究者	該当ありません		
発表学会文献等	Rabemanolontsoa H., (2024) Development of a consolidated bioprocess to produce biofuel from industrial waste, 9th Meeting of French-speaking Researchers of Kansai, RCFK 2024. Rabemanolontsoa H and Kawamoto H. (2024) Innovative Bioethanol Production through Acetic Acid Fermentation for Carbon Neutrality, BBEST-IEA Bioenergy Conference 2024. Rabemanolontsoa H., Kawamoto H. (2024) Acetate-Based Biofuel Production via Clostridial Fermentation, The 15th International Symposium of Advanced Energy Science.		
成 果 の 概 要	研究内容・研究成果・今後の見通しなどについて、簡略に、A4版・和文で作成し、添付して下さい。(タイトルは「成果の概要／報告者名」)		
会 計 報 告	交付を受けた助成金額	1,500,000 円	
	使用した助成金額	1,500,000 円	
	返納すべき助成金額	0 円	
	助成金の使途内訳	費 目	金 額
		工具及び備品	628,880
		消耗費	147,141
		旅費	580,267
		参加費	140,340
		その他	3,372
当財団の助成につ いて	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 独自の研究課題に取り組む外国人研究者にとって、研究資金を獲得することは非常に困難な課題です。京都財団様のご支援を賜り、自らの研究を立ち上げ、意義ある成果を得ることができました。心より感謝申し上げます。		

成果の概要 / ラベマヌルンツ ハリファラ フェヌハシナ

研究内容

本研究では、バイオマス中のセルロース、ヘミセルロース、リグニンといったすべての構成成分を有効利用するための統合的な変換技術を開発することを目的とする。従来の段階的なプロセスに比べて、酵素の製造と発酵を同一の生物あるいは共培養系で一括して行う連結バイオプロセッシング（CBP）は、コスト削減および二酸化炭素排出の低減において有望である。本研究では、CBP によってセルロースおよびヘミセルロースを酢酸に変換し、より幅広いバイオマス種に適用するために、申請者が新たに合成したリグニン由来の天然深共晶溶媒（NADES）を用いて脱リグニン処理を行い、その効果を検討する。本手法により、多様なバイオマス資源の効率的利用と変換効率の向上が期待され、グリーンケミストリーや他分野への応用可能性も有する。

研究成果

CBP の実証と変換経路は、論文まとめてある（Rabemanolontsoa et al., Bioresour. Technol. Rep., 2021）。産業廃棄物の有用製品への転換に関する CBP の応用は、BBEST-IEA 2024 会議と RCKF 2024 で発表された。これまでに、12 種類のリグニン由来の深共晶溶媒（DES）が成功裏に合成されている。NADES の物理化学的特性を評価した結果、粘度は 11～4270 cP の範囲であることが明らかとなった。粘度は温度の上昇に伴って低下する傾向を示した。7 種類の DES はトウモロコシの穂軸に適用され、粒子サイズとリグニン含量が低下した。予備実験の結果から、カテコール系 DES は、温和な条件下（大気圧、60～120℃）で、他の DES よりも多くのバイオマス成分を溶解することがわかった。しかし、バニリン系 DES は疎水性であるため、相分離にはより実用的であり。NADES に関する成果は、第 20 回バイオマス科学会および ISWST2025 で発表された。

今後の見通し

本研究で得られる成果は、バイオマス変換技術の実用化に向けた重要な一歩となる。特に、酵素生産を含む一体型プロセス（CBP）と新規天然深共晶溶媒（NADES）の組み合わせにより、従来の課題であったコストや工程の煩雑さを大幅に削減できる可能性がある。今後は、NADES の構造と脱リグニン効率の相関を明らかにしつつ、さらに多様なバイオマス種への適用性を検証することで、プロセスの汎用性を高める。また、下流利用や、未利用残渣の資源化など、循環型バイオマス利用システムの構築にもつなげることを目指す。これにより、持続可能な社会の実現に資するバイオマス高度利用技術の確立が期待される。

Rabemanolontsoa H., (2024) Development of a consolidated bioprocess to produce biofuel from industrial waste, 9th Meeting of French-speaking Researchers of Kansai, RCFK 2024.

Rabemanolontsoa H and Kawamoto H. (2024) Innovative Bioethanol Production through Acetic Acid Fermentation for Carbon Neutrality, BBEST–IEA Bioenergy Conference 2024.

Rabemanolontsoa H., Kawamoto H. (2024) Acetate-Based Biofuel Production via Clostridial Fermentation, The 15th International Symposium of Advanced Energy Science.

Rabemanolontsoa H., Kawamoto H. (2024) Development of Lignin-Derived Deep Eutectic Solvents for Biomass Solubilization, 第 20 回バイオマス科学会.

Rabemanolontsoa H. and Kawamoto H. (2025) Synthesis of lignin-derived deep eutectic solvents and their application for corn cob solubilization International Symposium on Wood Science and Technology 2025 (ISWST2025).