

## 研究成果報告書

研究テーマ (和文)	微生物発酵の電気制御に関する研究		
研究テーマ (英文)	Research on electrical control of microbial fermentation		
研究期間	2018年～2021年	研究機関名 東京薬科大学	
研究代表者	氏名	(漢字)	高妻 篤史
		(カタカナ)	コウヅマ アツシ
		(英文)	Atsushi Kouzuma
	所属機関・職名	東京薬科大学・助教	
共同研究者 (1名をこえる場合は、別紙追加用紙へ)	氏名	(漢字)	渡邊 一哉
		(カタカナ)	ワタナベ カズヤ
		(英文)	Kazuya Watanabe
	所属機関・職名	東京薬科大学・教授	

概要 (600字～800字程度にまとめてください。)

【目的】本研究では、広く発酵プロセスの高効率化や多様化に利用可能な技術として、“電気制御発酵法” (電気エネルギーによる発酵促進法) の基盤構築を目指した。具体的には、電極から電気化学活性細菌 (*Shewanella oneidensis* MR-1 株) に電気エネルギーを供給し、これにより発酵産物 (コハク酸) の生産収率を向上させるプロセスを開発することを目的に研究を行った。

【結果と考察】グルコース (発酵基質) からコハク酸を生産するために必要な遺伝子を MR-1 株に導入した。遺伝子導入の効果を確かめるため、作製した MR-1 遺伝子改変株をグルコースを含む培地に接種し、発酵条件で培養した後、グルコースおよびその代謝産物を分析、定量した。その結果、本遺伝子改変株がグルコースを代謝し、乳酸、酢酸に加えてコハク酸を生産することが確認された (野生株ではコハク酸はほとんど検出されなかった)。そこで本遺伝子改変株を電気化学培養槽 (作用極電位:  $-0.6\text{ V vs. Ag/AgCl}$ ) において培養し、電極からの電子供給によってコハク酸の生産が促進されるかを検証した。しかし、電位を印加しなかった条件 (開回路条件) と電位を印加した条件 (閉回路条件) において、コハク酸生成量に有意差は認められなかった。この理由として、グルコースの多くが乳酸や酢酸等の副生成物の合成に消費され、コハク酸合成経路への炭素流入が限定的であったことが考えられる。一方、コハク酸の前駆体であるフマル酸を添加した場合、閉回路条件において顕著にコハク酸が生産されたことから、電極から供給される電子によってフマル酸がコハク酸へと還元されることが確認された。今後は副生成物 (乳酸および酢酸) の生産経路を破壊することでコハク酸合成経路への炭素流入を増強し、電気制御発酵においてグルコースからのコハク酸生産収率が向上することを実証する予定である。

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）						
雑誌	論文課題	Molecular mechanisms regulating the catabolic and electrochemical activities of <i>Shewanella oneidensis</i> MR-1				
	著者名	Atsushi Kouzuma	雑誌名	Biosci Biotechnol Biochem		
	ページ	1572~1581	発行年	2 0 2 1	巻号	85(7)
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	~	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	~	発行年		巻号	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	

英文抄録（100語～200語程度にまとめてください。）

To construct an engineered strain of *Shewanella oneidensis* MR-1 that can fermentatively produce succinate from glucose, the genes required for succinate production were introduced into MR-1. When the engineered MR-1 was grown on glucose under fermentation conditions, it consumed glucose and produced succinate as well as lactate and acetate. Succinate was not detected when wild-type MR-1 was grown under the same condition. To examine whether succinate production is enhanced by electron supply from electrodes, the engineered strain was cultured in an electrochemical reactor equipped with a working electrode poised at -0.6 V (vs. Ag/AgCl). However, no significant difference was observed in succinate production between the closed-circuit and open-circuit conditions (i.e., in the presence and absence of electron supply). This is likely due to the low yield of succinate, in association with the production of the byproducts. When fumarate was added to the reactor, a significant production of succinate was observed, supporting that electrons supplied from electrodes can be used for the reduction of fumarate into succinate. Based on these findings, we plan to disrupt metabolic pathways for producing the byproducts and increase the yield of succinate in order to demonstrate that succinate production from glucose can be enhanced by electro-fermentation.

共同研究者	氏名	(漢字)		
		(カタカナ)		
		(英文)		
	所属機関・職名			
	氏名	(漢字)		
		(カタカナ)		
		(英文)		
	所属機関・職名			
	氏名	(漢字)		
		(カタカナ)		
		(英文)		
	所属機関・職名			
	氏名	(漢字)		
		(カタカナ)		
		(英文)		
所属機関・職名				
氏名	(漢字)			
	(カタカナ)			
	(英文)			
所属機関・職名				
氏名	(漢字)			
	(カタカナ)			
	(英文)			
所属機関・職名				
氏名	(漢字)			
	(カタカナ)			
	(英文)			
所属機関・職名				
氏名	(漢字)			
	(カタカナ)			
	(英文)			
所属機関・職名				