

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Establishment of gas fermentation platform combined with water electrolysis for production of value-added chemicals from CO2 and evaluation of engineered <i>Ralstonia eutropha</i>
著者(和文)	DI STADIOGabriele
Author(English)	Gabriele Di Stadio
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12751号, 授与年月日:2024年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:福居 俊昭,蒲池 利章,平沢 敬,松田 知子,柘植 丈治
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12751号, Conferred date:2024/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Di Stadio Gabriele	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	福居俊昭	教授	柘植丈治	准教授
	審査員	蒲池利章	教授		
		平沢 敬	准教授		
松田知子		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は英文で書かれ、「Establishment of gas fermentation platform combined with water electrolysis for production of value-added chemicals from CO₂ and evaluation of engineered *Ralstonia eutropha*」と題し、五章より構成されている。

第一章「General introduction」では、研究背景として近年の環境問題、水素細菌 *Ralstonia eutropha* とポリヒドロキシアルカン酸 (PHA) 生合成について概説し、本研究の意義と目的について述べている。

第二章「Development of the gas-recycling fermentation system for autotrophic production of P(3HB-co-3HHx) by engineered *R. eutropha*」では、爆発の危険性がない低濃度 H₂ の H₂:CO₂:O₂:N₂ 混合ガスを基質とした気相閉鎖循環型バイオリアクターによる *R. eutropha* の独立栄養培養を行っている。H₂ および O₂ はプロトン交換膜触媒型電解槽による水電気分解で供給し、循環ガスの組成をオンラインで計測して組成が一定となるようにガス供給流量をフィードバック制御している。ポリ(3-ヒドロキシブタン酸-co-3-ヒドロキシヘキサ酸) [P(3HB-co-3HHx)] 生産能を付与した *R. eutropha* 改変株は本培養系で良好に増殖することを示している。本培養系における最終的な菌体密度は高濃度 H₂ の混合ガスより低かったものの、生育菌体は 12.5 mol% の 3HHx ユニットを含む共重合体を 69 wt% の高い蓄積率で生合成し、CO₂ 原料からの PHA 共重合体の生産が低濃度 H₂ 条件でも可能であることを示している。独立栄養条件における菌体増殖および PHA 生合成における基質ガス消費の量論比、さらに供給 H₂ 量および供給電力あたりの PHA 収率とエネルギー変換効率を算出し、*R. eutropha* が高い変換効率で H₂ と CO₂ から生育および PHA 生産を行っていることを考察している。

第三章「Effects of modifications in autotrophy-related functions in *R. eutropha* on P(3HB-co-3HHx) production from CO₂」では、*R. eutropha* による H₂ 利用効率、および CO₂ からの PHA 生産効率の向上を目的とした *R. eutropha* 改変株の作製と培養・評価を行っている。細胞質局在型カルボニックアンヒドラーゼの高発現株では生合成された PHA 中の 3HHx 分率が増加していることを見出し、3HHx-CoA 生成経路中で機能しているクロトニル-CoA カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼの基質である CO₂ の細胞内濃度が Can による HCO₃⁻ の脱水和により増加したためであると考察している。また、ヒドロゲナーゼ高発現株では H₂ 供給量あたりの PHA 収率およびエネルギー変換効率が増加している傾向にあることを見出している。

第四章「Production of isopropanol from CO₂ by autotrophic cultivation of engineered *R. eutropha* using the gas-recycling fermentation system」では、グルコースからのイソプロパノール生合成が可能で *R. eutropha* 改変株を本独立栄養培養系に適用し、バイオ燃料であるイソプロパノールを CO₂ と水電気分解で発生した H₂ から生合成することが可能であると示している。最大 1.68 g/L の生産量を得るとともに、H₂ 供給量あたりのイソプロパノール収率とエネルギー変換効率は PHA 生産の場合よりも高いことを示し、*R. eutropha* 改変株の独立栄養培養は PHA 以外の有用物質の生産にも有用であると述べている。

第五章「総括」では、第二章から第四章の結果を総括するとともに、本研究の残された問題点を整理し、得られた知見の応用について展望を論じている。

以上を要するに、本論文は水素細菌 *R. eutropha* が CO₂ 原料からの物質生産における優れたプラットフォームであることを明らかにしたものであり、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。