

Title	画像処理によるメタン菌の計測とそのメタン発酵リアクタ制御への応用に関する研究
Author(s)	廣辻, 淳二
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39463
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名	廣 辻 淳 二
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 0 2 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 5 月 3 1 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	画 像 処 理 に よ る メ タ ン 菌 の 計 測 と そ の メ タ ン 発 酵 リ ア ク タ 制 御 へ の 応 用 に 関 す る 研 究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 藤 田 正 憲 教 授 山 口 克 人 教 授 菅 健 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、メタン発酵リアクタの安定かつ高効率な運用を目的として、画像処理技術を応用して混合培養系においてメタン菌を識別し計測する技術、ならびにこれのメタン発酵リアクタ制御への応用に関する研究成果をまとめたものであり、序論1章、本文5章、総括ならびに結論1章の計7章から構成されている。

第1章では、既往のメタン菌計測法について考察し、リアクタ制御に応用できる計測方法として、メタン菌固有の補酵素F420のもつ蛍光性に着目し、画像処理によりメタン菌を計測するという新しい概念を示すとともに、このリアクタ制御への応用法の概念を示している。

第2章では、F420濃度がメタン菌濃度の指標になること、外乱に対し従来の管理指標に先行して変化すること、菌体の蛍光輝度とその活性と密度に関連していることを明らかにすることにより、F420の画像計測によりリアクタ管理に有効な情報が得られることを示している。

第3章では、メタン菌の蛍光を直接計測するための光学系仕様を明らかにするとともに、混合試料の蛍光画像からメタン菌を識別・計数する画像処理方法を示している。さらに、でんぷん工場廃水を処理するパイロットプラントにおいて、この画像計測技術の妥当性を検証している。すなわち、計測装置を試作して長期間にわたって画像計測値の再現性、手分析によるF420濃度との相関性などについて検討し、いずれも良好な成果を得ることにより、本計測技術によりメタン菌濃度を精度よく計測できることを示している。

第4章では、F420濃度が連続処理系でメタン菌濃度の指標になることを応用し、酸生成反応とメタン生成反応とを分離した動力学式を導出して、でんぷん工場廃水のベンチ試験データの動力学解析を行い、画像計測技術を利用したメタン菌計測法をリアクタ制御へ応用できることを明らかにしている。

第5章では、拡張型カルマンフィルタにより妥当な精度で動力学パラメータを逐次推定し得ることを明らかにするとともに、流入条件の季節的な変動や環境条件の変化に対しても動力学式を用いて最適運用条件を常に精度良く計算でき、高効率なリアクタ制御が可能となることを示している。

第6章では、本研究の研究成果を統合し、膜複合型リアクタを対象として、メタン菌の画像計測技術を活用してメタ

ンガス発生量と膜分離動力の収支を最大にする制御方式を提案するとともに、パイロット試験データを用いてシミュレーション検討を行い、本制御方式によりリアクタのエネルギー効率の向上が図れることを検証している。

第7章では、本研究を総括するとともに、本研究の課題と将来性について展望している。

論文審査の結果の要旨

嫌気性排水処理法はメタンガスを回収できる創エネルギー型の処理法であり、将来の有望な処理法として高負荷型メタン発酵リアクタの研究開発が進んでいるが、そこでは従来にも増して計測制御の役割が重要となる。本論文は、このメタン発酵リアクタを安定かつ高効率に運用することを目的として、画像処理技術を応用して混合培養系からメタン菌を識別して計測する技術、ならびにこのメタン発酵リアクタ制御への応用について研究した結果をまとめたものであり、その主な成果は次の通りである。

- (1) リアクタ制御に応用できる計測方法として、メタン菌固有の補酵素F420の持つ蛍光性に着目し、画像処理によりメタン菌を識別して計測するという新しい概念、ならびにこれのリアクタ制御への応用法を概念を示している。
- (2) F420濃度がメタン菌濃度の指標となること、外乱に対し従来の管理指標に先行して変化すること、菌体の蛍光輝度とその活性と密接に関連していることを見出し、F420の蛍光を利用して画像計測することによりリアクタ管理に有効な情報が得られることを示している。
- (3) メタン菌の蛍光を直接計測するための光学系仕様、ならびに混合系試料の蛍光画像からメタン菌を識別・計数する画像処理方法を明らかにしている。さらに、でんぶん工場廃水を処理するパイロットプラントにおいて、このメタン菌の画像計測技術の妥当性を検証している。
- (4) F420濃度が連続処理系でメタン菌濃度の指標になることを応用し、酸生成反応とメタン生成反応とを分離した動力学式を導出して動力学解析を行い、メタン菌の画像計測技術をリアクタ制御へ応用できることを明らかにしている。
- (5) 拡張型カルマンフィルタにより妥当な精度で動力学パラメータを逐次推定することができ、流入条件の季節的な変動や環境条件の変化に対しても動力学式を用いて最適運用条件を常に精度良く計算でき、高効率なリアクタ制御が可能となることを示している。
- (6) 膜複合型リアクタを対象として、メタン菌の画像計測技術を活用してメタンガス発生量と膜分離動力の収支を最大にする制御方式を提案するとともに、本制御方式によりリアクタのエネルギー効率の向上が図れることを検証している。

以上のように、本論文は、メタン菌固有の補酵素F420の蛍光に着目してメタン菌のみを画像計測する技術を確立するとともに、これを応用したリアクタ制御の有効性を明らかにしており、今後重要になると予想される特定有用微生物の計測、ならびに嫌気性排水処理の高効率化の観点から環境工学、特に水質管理工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。