



Title	知識工学的手法を応用したバイオプロセスの状態認識と適合制御方策の決定に関する研究
Author(s)	中嶋, 幹男
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.11501/3081525">https://doi.org/10.11501/3081525</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名	なか じま みき お 男
博士の専攻分野の名称	博 士 ( 工 学 )
学 位 記 番 号	第 1 1 6 9 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 2 月 2 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	知識工学的手法を応用したバイオプロセスの状態認識と 適合制御方策の決定に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 吉 田 敏 臣  教 授 今 中 忠 行    教 授 山 田 靖 宙    教 授 大 嶋 泰 治 教 授 卜 部    格    教 授 菅    健 一    教 授 塩 谷 捨 明

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、知識工学的手法を用いてバイオプロセスの内部状態の認識と認識した状態に適合した制御方策の決定を行う計算機システムの構築を行った研究をまとめたもので、緒論、4章よりなる本論、および総括より構成されている。

緒論では、本研究の背景として、バイオプロセスの制御に対する問題点と現在までに行われてきた研究について解説し、本研究の概略を述べている。

第2章では、増殖期や生産期などの培養フェーズをオンラインで認識し、さらに認識した培養フェーズに適合した流加方策を用いることにより培地中の基質濃度を定値制御するシステムの構築をファジィ推論法を用いて行っている。構築したシステムは、グルタミン酸発酵プロセスの培養フェーズを認識し、かつ基質として用いたグルコースの濃度を定値制御できることを示している。

第3章では、新たに定義した速度変数の正規化変化率を用いて、細胞の生理状態の変化を推定することを提案している。さらに、速度変数の比の値に注目し、正規化変化率を用いた速度変数の選択法について検討している。グルタミン酸発酵プロセスにおいて、提案した手法は、培養フェーズの推移を推定することが可能であることを示している。さらに、正規化変化率を用いて選択した速度変数の比の値を用いることで、オンラインでグルタミン酸発酵プロセスの生理状態の変化を検出することが可能であることを示している。

第4章では、熟練者の持つ知識の中で、バイオプロセスの異常状態に関する因果関係を抽出し、その知識を用いてバイオプロセスの異常診断を行うファジィエキスパートシステムを構築し、乳酸発酵プロセスを例としてその評価を行った結果について記述している。構築したシステムは、オンラインでプロセスの異常状態を検出することが可能であり、かつ異常を引き起こした原因の探索が可能であることを示している。

第5章では、第4章で構築したファジィエキスパートシステムに対して拡張を加え、診断により得られた異常原因に適合した制御方策の決定を行うシステムの構築を行っている。制御方策の緊急度、可逆性を定義することで、安定した制御システムの構築が可能であることを示し、脱ファジィ化を行うプロセスを作成することで制御出力の急激な変化が起こることを防いでいる。さらに、操作員を制御ループに組み込むことで様々な異常原因に適合した制御を行うことが

可能であることを示している。

総括において本研究で得られた主たる成果をまとめている。

## 論文審査の結果の要旨

バイオプロセスの自動化を図るためにいろいろな状況に応じてプロセスを制御できるような高機能システムの開発が望まれている。本論文は、計測データの合理的処理、ファジィ推論あるいはエキスパートシステムによってバイオプロセスの的確な状態認識を行い状態に応じた制御を加えるシステムの構築に関する基盤的研究を行った結果をまとめたもので、以下に要約するようにいくつかの新しい提案を行うとともに二、三の重要な知見ならびに結論を得ている。

- (1) バイオプロセスにおける限られた計測情報から細胞の生理的状态の変化を感度よく検知する方法を開発するために状態変数の値に対する変化速度の商（正規化変化率）に着目し、いくつかの変数の正規化変化率の時間経過を比較することによって状態変化を検出するために有効な状態変数を容易に選択することができ、それら変数の比をモニターすることによって培養フェーズの遷移を的確に検出できることを示している。
- (2) バイオプロセスの異常診断のためのファジィエキスパートシステムを構築するために、エキスパートの知識を整理して異常に関する因果関係を導出し異常の原因を検出できる推論ネットワークを作成し、実際の発酵プロセスでその有効性を検証している。
- (3) 乳酸発酵に開発したファジィエキスパートシステムを応用して、乳酸菌の増殖を制御する物質を新たに検出し、それが不足することによって惹起される増殖停滞が起こる場合の培養の正常状態への復帰を行わせる培養管理のシステムを開発している。

以上のように、本論文はバイオプロセスの高度制御に必要なバイオプロセス工学について価値ある知見を得ており、培養工学ならびに生物プロセス制御の分野に貢献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。