



Title	固定化酵素によるグルコース異性化プロセスの最適化と制御
Author(s)	陳, 國誠
Citation	大阪大学, 1981, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33215
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	陳	國	誠
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	5390	号
学位授与の日付	昭和	56	年 7 月 22 日
学位授与の要件	工学研究科	醸酵工学専攻	
	学位規則第 5 条第 1 項該当		
学位論文題目	固定化酵素によるグルコース異性化プロセスの最適化と制御		
論文審査委員	(主査) 教授 田口 久治	教授 芝崎 勲	教授 岡田 弘輔
		教授 合葉 修一	
	教授 大嶋 泰治	教授 原田 篤也	

論文内容の要旨

本論文は固定化酵素によるグルコース異性化プロセスにおける物質移動と酵素活性の劣化が総括反応速度に与える影響を検討するとともに、最適化とその制御法を研究したもので、緒論、本文 3 章、総括から成っている。

緒論では、本研究の目的と意義及び内容の概要を述べている。

第 1 章では、固定化酵素反応プロセスにおいて、粒子内外の物質移動及び劣化を考慮した流体基質濃度基準の総括有効係数を提案し、これを計算するアルゴリズムを提示している。この総括有効係数の経時変化に及ぼす物質移動の影響を検討して、物質移動抵抗が固定化酵素の安定化を見掛け上向上させることを理論的に説明し、さらにこの総括有効係数を用いて、固定化酵素反応プロセスを表わす簡単なプロセス方程式を導出している。

第 2 章では、劣化を伴なう固定化酵素反応器の最適化問題について、第 1 章で提案した総括有効係数を用いたプロセス方程式により、最大原理を適用して最適温度操作及び最適取替時間を決定している。その結果、流量一定の場合、最適化は最適反応率を維持するように活性の低下に伴なって、操作温度を上昇させることによって得られることを明白にしている。さらに、物質移動抵抗の最適政策に及ぼす影響を検討し、粒径が大きい程、また初期温度を低くする程最適取替時間は長くなり、それまでに得られる利潤も増大するという結果を得ている。

第 3 章では、グルコース異性化活性を有する固定化酵素を用い、マイクロコンピューターを付設した反応器により第 2 章で得られた最適温度政策に基づいた操作を行い最適制御について検討している。即ち、第 1 章の解析結果を用いて計算された最適温度操作に従って温度制御を行うと同時に、一定の

時間間隔で反応液をサンプリングし、測定による反応率と計算による最適反応率を比較し、その差が限界を越えた場合にはそれまでに得られたデータに基づいて再度最適計算する適応制御を行っている。実測データからプロセス特性を表わすパラメータを推定する時、データ数と実験誤差がパラメータの推定精度ならびに最適政策の決定に大きな影響を与えるので、ここでは統計的手法に基づいて実験誤差及びサンプリング周期の最適政策に及ぼす影響をシミュレーションによって定量的に評価し、実測精度が標準偏差で0.007以内である場合にはサンプリング周期は6時間以内であれば最適制御し得ることを明らかにしている。

総括では本研究で得られた成果をまとめている。

論文の審査結果の要旨

ますます利用が拡大しつつある固定化酵素反応器の操作条件に及ぼす物質移動あるいは酵素劣化の影響を個別に検討した研究は多いが、粒子内部及び外部拡散抵抗の共存と酵素劣化を同時に考慮し、最適化と制御に関する問題点を解明したものは皆無である。

本論文はグルコース異性化活性の劣化を伴なう管型固定化酵素反応器において、流体中の基質濃度を基準とした総括有効係数を用いて、総括反応速度を示すプロセス方程式を導出し、最大原理により温度、酵素取替時間などの最適操作政策の決定を行うとともにマイクロコンピューターを付設して最適制御を検討したものであり、主に次のような結果を得ている。

- 1) 総括反応速度の経時変化は総括有効係数を用いて簡単に表現でき、これらの有効係数の理論曲線と実験結果を比較することによって粒子内拡散係数、境膜物質移動係数及び固定化酵素の劣化速度定数を推算できる。
 - 2) 最適操作政策は最適反応率を維持するように劣化に応じて温度を最高温度まで上昇させることであり、粒子半径が0.01～0.1cm、反応温度45～80℃の範囲では最大半径の0.1cmを用い初期温度を45℃とした場合に最大利潤を得る。
 - 3) 最適温度政策と一般に用いられる等温政策によって得られる利潤の差は低温操作では顕著でないが、60℃以上では平均利潤が約10%増加する。
 - 4) 最適政策で決定した最適温度制御と基質のサンプル値制御を併用する制御は劣化を伴う固定化酵素プロセスに有効でサンプル値制御を併用しない場合に比較して約3.4%平均利潤の増加がみられた。
 - 5) 実測誤差の標準偏差を0.007としてサンプリング周期を3～24時間の範囲で変更した場合、サンプリング周期が大なる程利潤は低下するが、0.007以下である場合6時間以内であれば十分である。
- 以上の成果は固定化酵素プロセスの改良に寄与し、酵素工学の発展に貢献するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。