



|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 流量を操作量とするプロセスの最適制御と最適設計に関する研究   |
| Author(s)    | 嘉納, 秀明  |
| Citation     | 大阪大学, 1972, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/30793">https://hdl.handle.net/11094/30793</a>   |
| 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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

|         |                                      |         |         |          |
|---------|--------------------------------------|---------|---------|----------|
| 氏名・(本籍) | か<br>嘉                               | のう<br>納 | ひで<br>秀 | あき<br>明  |
| 学位の種類   | 工                                    | 学       | 博       | 士        |
| 学位記番号   | 第                                    | 2656    | 号       |          |
| 学位授与の日付 | 昭和47年10月25日                          |         |         |          |
| 学位授与の要件 | 学位規則第5条第2項該当                         |         |         |          |
| 学位論文題目  | <b>流量を操作量とするプロセスの最適制御と最適設計に関する研究</b> |         |         |          |
| 論文審査委員  | (主査)<br>教授                           | 増淵 正美   |         |          |
|         | (副査)<br>教授                           | 石谷 清幹   | 教授 野本 明 | 教授 西村正太郎 |

### 論 文 内 容 の 要 旨

流量を操作量とする制御方式は操作が簡単、かつ容易であり応答も早いので工業プロセスにおいては最も多く使われており非常に重要な制御方式である。しかし、それにもかかわらず従来、流量を操作量とする制御系についての理論的な研究は非常に少なかった。

本論文は流量を操作量とする制御系についてフィード・バック制御、最適制御、最適設計などにおける諸問題を理論的に検討し実験によってもそれを確認したものであって10章から成っている。

第1章は緒論で本研究の目的と概要および従来の研究の経過を述べている。

第2章では流量を操作量とする工業プロセスの基礎方程式を導き、流量を操作量とする制御方式の特徴を示している。

第3章では集中型熱交換器および分布型並流、向流熱交換器をとりあげ、出口温度を一定にするために加熱流体の流量を操作量とする場合について比例+積分制御を行なった場合、集中系においてはリミットサイクルが生ずる場合のあることを立証し、その計算式を導いた。また、分布系の安定領域を定める計算法を示した。

第4章では第3章で理論的に予想される集中系、分布系熱交換器のPI制御による挙動を実験によって確認した。

第5章では流量を操作量とする制御系を一般化したパラメータをも操作量とする二次系の最適制御について解析し、操作量の最適切換曲線を求めており、最大原理のみを使用した解析からは唯一解が得られないことがあることを示している。

第6章では前章における唯一解の得られない場合を一般的に考察し、分水嶺と名づける最適軌道の方角を分離する曲線を求めることによって最適解が唯一に定まることを示し、分水嶺の決定法を提案している。

第7章では流量制御弁や配管の太さをパラメータとして評価に含めた問題を一般的に解くための必要条件を求めている。

第8章では第5章の最適解として生ずる領域ごとに異なる微分方程式で与えられる系を一般化した不連続最適制御問題を解くための必要条件を求め、いくつかの具体的問題を解析している。

第9章では最適制御の実施や第7章での最適パラメータの大局的決定を可能にするために制御系の制御性能を評価する一つの量を定義し、これによって設計問題を考察している。特にフィード・バック制御のための検出端の位置と数について数値例をあげて具体的に検討している。

第10章は結言であり、本研究の内容を要約している。

### 論文の審査結果の要旨

この研究は流量を操作量として工業プロセスを自動制御する場合に生ずる問題点と制御方式を理論的に明らかにしたものであって、その主要な成果は次のとおりである。

- (1) エネルギー平衡、物質平衡などの観点から工業プロセスにおける流量がいかなる地位を占めるかを熱交換プロセス、化学反応プロセスなどを例にとって微分方程式で示した。さらに、この流量を操作量としてフィード・バック制御系を構成すると非線形制御系となることを示した。
- (2) 温度分布のない集中型熱交換器を例にとって出口温度を一定にするために加熱流体の流量を操作量とする場合には、リミットサイクルを生ずる場合のあることを理論的に示すと共に、実験的にもリミットサイクルの存在を確認している。さらに分布型の並流、向流熱交換器においてもリミットサイクルの生ずることがあることを示している。
- (3) 流量を操作量とする制御系を一般化したパラメータをも操作量とする二次系について最適制御問題を最大原理によって解析し、操作量の最適切換曲線を求めているが、唯一解が求められないことがあることを指摘している。ついで、最適解が得られない場合を一般的に考察して最適軌道の方角を分離する分水嶺ともいべき曲線を求めるという唯一解の決定法を提案している。
- (4) 一方、流量制御弁の寸法や配管の太さなど、プロセス設備に関する値をもパラメータとして評価に含めた問題を一般的に解く必要条件を解析的に導いている。これは最適設計問題である。特に、制御系の制御性能を評価する最適条件満足度ともいべき一つの量を定義し、設計問題を一般的に扱えるように考慮した。
- (5) 流量を操作量とする熱交換プロセスなどではBang - Bang形の制御となり、状態を記述する微分方程式や評価関数が領域ごとに異なる制御系を扱わねばならないことを示し、この不連続最適制御問題を解くための必要条件を導いている。

従来、工業プロセスでは流量を操作量とする制御方式が非常に多く用いられていたにも拘わらず、理論的に解析が困難であったために厳密な研究が殆んど行なわれていなかった。本論文では以上のように、流量を操作量とする工業プロセスにおける最適制御や最適設計問題に新しい取り扱い方法と知見を加えたものであって、工業プロセス制御に有用な基礎資料を提供すると共に、プロセスの最適設

計問題への新しい手がかりを与えるなど、工学上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。