



Title	ステップモータの追従性と最適制御に関する研究
Author(s)	島, 聰司
Citation	大阪大学, 1981, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/32898">https://hdl.handle.net/11094/32898</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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 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)	島 聰 司
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 5147 号
学位授与の日付	昭和 56 年 1 月 30 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	ステップモータの追従性と最適制御に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 西村正太郎
	(副査) 教授 淵 正美 教授 藤井 克彦 教授 鈴木 育

### 論文内容の要旨

本論文はステップモータの追従性と、ステップモータにより目標位置へ移行する制御を実際的に最も迅速にかつ安定に行う方法に関する研究成果をまとめたもので、本文は 6 章から構成されている。

第 1 章では、本研究の目的、本論文の構成および従来の研究について述べている。

第 2 章では、ステップモータの追従性を、電流の過度特性を考慮しない非線形の二次形モデルにより解析している。定常追従性および始動時追従性が主に位相面解析により求められ、最短時間制御の目安となる最大定常速度と切換角位置に関しては近似式が誘導されている。また、定常状態に対する安定性が物理的意味とマシュー方程式から検討されている。

第 3 章では、コイルを流れる電流の特性を考慮しなければならないステップモータの追従特性を扱っている。本章で扱ったモータは 1 ステップ角度  $12^\circ$  (2 相励磁)、ロータが軟鉄心でつくられ、外部に 3 相コイルをもつものである。従来、解析は電算機を用いて求められてきたが、本章では電流波形のフーリエ係数に関する代数方程式を解くことによって、追従しうる最大定常速度を求める計算法が提案されている。また、この方法により求められた解が実験結果と比較されている。ここで得られた最大定常速度と切換角位置との関係は、第 5 章の最適切換の検討の際に利用されている。

第 4 章では、ステップモータの最短時間制御則を第 2 章と同じ 2 次形モデルにより求めている。この切換は平衡点に対する定角位置切換となることが示され、これがポントリヤーギンの最大原理、位相面および物理的意味から検討されている。また、切換装置を試作し、それを用いて供試モータを駆動し、その挙動を観察することにより、この制御則を実際面に利用する場合の問題に検討を加えている。

第5章では、第3章で扱ったステップモータに関する準最短時間切換（最適切換）について述べている。定角位置切換の方法と、第3章の解析結果に従って速度に応じて切換角位置を変える方法について、加速時間を計算し、モデルにより比較検討している。

第6章では、以上の研究によって得られた結果を総括している。

## 論文の審査結果の要旨

ステップモータはデジタルサーボ機構の操作要素で、その駆動パルスに対する追従性と、迅速で安定な駆動方法の研究が望まれていた。そのステップ動作は、基本的には回転角度に関して周期的な復元力をもつ二次元モデルであらわされるが、各相巻線のインダクタンスによる電流の遅れが無視できないときは修正を要する。

本論文は、このようなモータの特性を明確にするとともに、最短時間で安定に駆動する最適制御方法を追及したもので、主な成果は次の通りである。

- (1) 基本的な二次元モデルの動作を、位相面上で各相の励磁切換点に着目し、切換可能点とその軌跡および切換点移行ベクトルなどの概念を新しく導入して、始動および定常時の追従可能なパルス周波数の限界を明らかにし、実験的にもこれを実証している。定常時の安定な追従性については、マシューの方程式でこれを理論づけた。
- (2) 電流の遅れについては、その波形のフーリエ係数を用いて追従可能な最大定常速度を求める計算方法を提案し、実験的に確かめるとともに、最大定常速度と切換点との関係を明らかにしている。
- (3) 以上のような追従性に関する特性をもとに、ステップモータの加速減速および定常回転を通じて最短時間制御則を追及し、ポントリヤーギンの最大原理その他のによる理論的裏付けをするとともに、この制御則に基づく駆動装置を試作して、実験的にこれを立証している。

この駆動装置は、モータの速度およびステップ角度に応じて励磁切換点を設定し、最短時間で安定に所定の動作を行わせるもので、モータのもつ性能をフルに引き出したものといえる。

以上のように、本論文はステップモータの追従性を解明して、その最適制御則を追及し、これに基づく駆動装置を作成してその結果を実証したもので、その成果は制御機器に関する工学に新しい知見を加え、制御技術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。