



Title	サンプル値制御系の安定と最適制御理論に関する研究
Author(s)	馬場, 鉄一
Citation	大阪大学, 1970, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/30153
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 >大阪大学の博士論文について 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)	ばん 馬	ば 場	えい 鎭	いち 一
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	1883	号	
学位授与の日付	昭和45年2月5日			
学位授与の要件	工学研究科通信工学専攻 学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	サンプル値制御系の安定と最適制御理論に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教授 青柳 健次 (副査) 教授 笠原 芳郎 教授 西村正太郎 教授 板倉 清保 教授 藤井 克彦 教授 滑川 敏彦			

論文内容の要旨

本論文は、サンプル値制御系の解析、設計に関する制御理論を工学として実現するのに必要な理論的基礎を固めたものである。第1章を緒論とし、以下9つの章で構成し、各章に節を設けている。

第1章緒論では、まず、本論文に関連した従来の研究を概説して、本研究に関連した分野において本論文が占める位置を明らかにしている。なお、各章に関連した詳しい従来の研究報告は、各章の緒言の項で述べている。

さらに、数学的に厳密に述べられた制御理論を、直接、実用に供しようとする、現実には、物理的、経済的制約のため、制御理論と、その理論応用との間には隔たりがあることを指摘し、それを縮めるためには制御ループ内への電子計算機の導入が有効であることを述べている。また、その有効な導入方法を論ずるのが本論文の目的であること、ならびに、その制御工学上の意義について述べている。

第2章は、制御系において、基本的な問題の一つである安定問題のうち、オートノマス不時変非線形サンプル値制御系の零平衡点の大域漸近安定問題を取り上げている。本章で対象とした系は、線形制御対象に1つの非線形増巾器が直列に結合されているものであって、この非線形増巾器のより広い安定増巾度範囲を得ることと、リアプノフ関数の関数形との関係について考察している。その結果、従来知られている関数形よりも、より広い安定増巾度範囲が得られる1つのリアプノフ関数を構成し、実際に、数値例によって、例証している。

第3章は、オートノマス非線形および線形サンプル値制御系のそれぞれを対象として、工学的観点から、大域漸近安定よりも緩い安定概念である局所安定問題を取り上げている。まず、一般の非線形サンプル値制御系が局所安定になるための十分条件をリアプノフの第二の方法を用いて

得ている。続いて、線形サンプル値制御系が局所安定になるための必要十分条件を導いている。これらの結果を発展させて、飽和のある入力をもったサンプル値制御系の制御可能な局所安定問題を取り上げ、特に、線形サンプル値制御系の局所安定化に必要な許容入力の決定には、適当なリアプノフ関数を用いれば、線形計画法が適用できることを示している。これらの結論を数値的に例証するための例題を示している。

第4章は、制御可能な局所安定問題をも含めて、可制御性の問題を入力制限のある線形サンプル値制御系について、幾何学的に考察し、その結果、安定問題と第5章で考察する最適制御問題との関連を明らかにしている。

第5章は、実際に、最適制御問題のうち制御基本問題と呼ぶ動的最適制御問題を中心に、その解法について考察している。その結果、計算量が少なく、または、簡単な計算で解けるという意味で、能率のよいアルゴリズムとして、分解形シンプレックス法と上限変数シンプレックス法の適用を提案し、従来の通常のシンプレックス法を直接適用するよりも、上記の意味での計算能率がよいことを示している。また、実際にこれら2つの変形シンプレックス法を用いて、最適制御問題を解いた数値例を示している。

第6章は、一般最適制御問題と呼ぶ制御基本問題よりも一般的な最適制御問題を考え、その最適条件を数理計画法の立場から導き、それが、離散型最大原理から得られる最適条件に含まれることを明らかにしている。さらに、数理計画法による解法が、従来知られている離散型最大原理を出発点とした間接法ないしは、一般最適制御問題を直接、数値的に解く直接法よりも有効であることを明らかにして、次章の準備とする。

第7章は、第6章の結論に基づき、計算量が少ないか、または計算が簡単であるという意味での能率のよいアルゴリズムとして、Varaiya の分解形アルゴリズムを一般最適制御問題に適用できるように拡張している。また、既存の最適化法として、Pricing-Method と離散型最大原理とを取り上げ、これらと Varaiya の分解形アルゴリズムとを比較して、本章で取り扱ったアルゴリズムが、一般最適制御問題に対しては、有効な解法であることを明確にしている。さらに、Varaiya の分解形アルゴリズムに Conjugate Gradient 法を組入れて、繰り返し計算回数を基準とした収束速度の改善を試み、2次評価、飽和型の不等号束縛をもつ静的最適化問題に対して成功した。この結論は、線形サンプル値制御系を対象とした上述のカテゴリに属する一般最適制御問題にも直接拡張適用できる。以上の結論に関連した数値例を示している。

第8章は、第5章、第7章で導いたアルゴリズムを、さらに実用的なものにするために系パラメータ変動に対する補正計算法を導き、閉ループ最適制御系を実現している。実際、第5章、第7章の例題において、初期状態が数パーセント変動した時に簡単な補正計算で新最適解が得られる数値例を示している。

第9章は、結論であって、本研究の結果の総まとめを行ない、さらに、制御工学の今後の問題点を指摘し、それに対して、本論文がもつ将来性について述べている。

論文の審査結果の要旨

本論文は非線形サンプル値制御系の安定解析ならびに最適設計に関する数理解析的方法を工学の分野で適用するために必要な理論的基礎を固めたもので、その業績を要約すると次のようになる。

- (1) 各種非線形サンプル値制御系の局所安定問題を論ずる一般的な方法を提案し数値例によって例証した。
- (2) 局所安定問題を可制御性 (Controllability) の観点からとらえ、安定問題と最適制御問題との関連を明らかにした。
- (3) 最適制御問題の解法を新たに提案し、従来知られているものよりも能率のよいアルゴリズムを確立した。
- (4) 上記のアルゴリズムをさらに実用的なものにするため、系パラメータの変動に対する補正計算法を導き、閉ループ最適制御系の実現を可能にした。

このように著者は数理解析的方法を工学の分野で適用するために必要な幾多の過程を研究することによって、数学と制御工学とのギャップをうめることに成功した。この成果は今日の制御工学の分野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。