

氏名(本籍)	北 ^{きた} 本 ^{もと} 卓 ^{たく} 也 ^や (山口県)		
学位の種類	博士(数学)		
学位記番号	博乙第1,500号		
学位授与年月日	平成11年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当		
学位論文題目	Approximate Algebra and Its Application to Control System Designs (近似代数とその制御系設計への応用)		
主査	筑波大学教授	理学博士	佐々木 建 昭
副査	筑波大学教授	理学博士	赤 平 昌 文
副査	筑波大学教授	理学博士	神 田 護
副査	筑波大学教授	理学博士	宮 下 庸 一

論文の内容の要旨

本論文は近似代数の算法と応用に関して、次の研究を行っている。

- (1) 多項式行列(多項式を要素とする行列)に対して、その固有値、固有ベクトル、逆行列のべき級数展開をそれぞれ近似固有値、近似固有ベクトル、近似逆行列と定義し、その効率的な計算法を提案した。
- (2) 近似固有値、近似固有ベクトル、近似逆行列を用いて、制御系設計に必要な代数的Riccati方程式の解をべき級数の形で近似的に計算する算法を提案した。
- (3) (1), (2)の結果を制御系設計問題に応用し、従来は試行錯誤的に行なわれていた設計パラメータの決定に対し、べき級数展開による代数的決定法を提案した。

近年、Sasaki等により近似代数の概念が提唱され、計算機による数式処理(計算代数)の分野で世界的に注目を集めつつある。厳密演算に基づく従来の数式処理が、大規模計算に適用されるとともに、計算量の増大、厳密演算につきものの融通性の欠如、等の欠点を露呈するなかで、これらの困難を解決するものとして、近似的代数計算法が注目を集めているのである。本論文はそのような近似的代数計算法の応用に関する研究の一つである。

(1)に関して。行列の近似固有値は特性多項式のべき級数根を計算することで得られる。しかしながら、それには特性多項式を計算する必要があるが、また、近似固有ベクトルは別に計算することになる。本論文は、一組の近似固有値と近似固有ベクトルを同時に計算する効率的な方法を提案した。

(2)に関して。代数的Riccati方程式は制御工学で最もよく用いられている方程式であり、その解はハミルトン行列の固有値と固有ベクトルとから計算できる。しかしながら、与えられた代数的Riccati方程式が未定パラメータを含む場合、一般にはその解を明示的な形で求めることは出来ない。本論文は、正確な固有値と固有ベクトルの代わりに近似固有値と近似固有ベクトルを用いることにより、代数的Riccati方程式の解をパラメータに関するべき級数の形で計算することを提案した。

(3)に関して。制御系の設計では、制御対象を記述する微分方程式を定めたあと、設計パラメータを決め制御系を構成するが、与えられた設計仕様と設計パラメータとの関係は明らかでない場合が多い。そのため、設計仕様を満たすように制御系を構成することは決して容易ではなく、試行錯誤的に行われているのが現状である。本論文は、(1), (2)を用いて制御系を設計パラメータに関するべき級数の形で構成することにより、見通し良

く制御系を設計する方法を提案した。参考文献中の設計問題に本論文で提示された設計法を適用したところ、0.531秒であった応答時間が0.3902秒へと向上した。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文が扱ったテーマはいずれも数学的には基本的演算であるが、近似代数の研究は端緒についたばかりであり、まず、基本的演算をしっかりと研究することが重要である。

(1)は、近似固有値と近似固有ベクトルが存在し、定義できることは数学的には明らかであるものの、そのための効率的の算法を与えた点で評価できる。ただし、べき級数を途中で打ち切ることによる誤差に関する議論が不十分なので、今後、この方向の研究を進展させることが望まれる。(2)は、(1)の結果と代数的 Riccati 方程式の解法を知っていれば、すぐに導出できるものである。(3)は、従来と異なった新しい制御系設計法を提案したものであり、高く評価できる。提案した設計法は、(1)、(2)の基本的近似代数演算を基礎としているため、応用範囲が広く、これからの発展が期待できる。ただし、(1)と同様に、べき級数を途中で打ち切ることによる誤差に関する議論が不十分なので、今後、この方向の研究を進展させることが望まれる。

よって、著者は博士(数学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。