

氏 名	まつだ ただすけ <b>松 田 忠 典</b>
学位(専攻分野)	博 士 ( 工 学 )
学 位 記 番 号	博 甲 第 5 0 2 号
学位授与の日付	平成 20 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 3 条第 3 項該当
研 究 科 ・ 専 攻	工芸科学研究科 情報・生産科学専攻
学 位 論 文 題 目	<b>セグメント安定性概念に基づく制御システムのロバスト安定 解析・設計法</b> (主査)
審 査 委 員	教授 森 武宏 教授 黒江康明 教授 朝田 衛

### 論文内容の要旨

本論文は、システムパラメータに不確かさを含む一入出力線形制御システムの安定性、すなわちロバスト安定性をパラメータ空間において議論し、実践的な安定判別の方法を導いたものである。この場合のシステムの安定性は、不確かさを含む特性多項式の根分布の如何に帰着する。そしてこの不確かさはしばしば係数空間のポリトープという形式で表現される。本論文では、この多項式ポリトープのデルタ演算子安定性を含む一般的な安定性、D安定性、について、ポリトープを構成する要素多項式であるセグメント多項式の安定性に着目し、制御システムの安定解析法及び安定化法をこのセグメント安定性概念に基づいて開発している。とくに、**Stability Feeler** と呼ばれる係数空間における安定性の探触子を提案し、その計算法を確立、応用例を示していることは注目される。

本論文は六つの章から構成されている。第一章の緒言に続いて第二章では先行研究をまとめ、本研究の動機となる未解決の課題について述べている。第三章では、デルタ演算子と呼ばれる、離散演算子で表される不確かなシステムのロバスト安定性の様々な判別法が、主としてセグメント多項式の安定性に基づいて展開されている。さらに、実践に際してのそれらの長短、優劣が比較検討されている。第四章では、制御システムのD安定性を判ずるための手段である **Stability Feeler** という概念が定義され、その計算法が示されている。また、**Stability Feeler** によって、多項式ポリトープシステムのD安定性の組織的な判定アルゴリズムやD安定化設計の実例が示されている。この **Stability Feeler** はさらに第五章で、典型的な非線形フィードバックシステムであるルーリエ系に適用されている。対象とするルーリエ系はこの場合、線形部にもポリトープ型の不確かさを含むものである。さらに **Stability Feeler** はロバスト絶対安定解析結果の鋭さの評価を可能にしている。最後の第六章では、以上の結果をまとめ将来の展望を示している。

本論文は、以上のように、セグメント多項式の安定性という統一した概念のもとで、様々な種類のポリトープ型多項式の一般的な安定性の判定法を示した点及び **Stability Feeler** という新しい概念を提案し解析に有効に利用できることを説明した点でロバスト安定解析理論の前進への寄与が少なからず認められる。

### 論文審査の結果の要旨

制御システムの解析と設計にはモデリング誤差、経年誤差などの誤差への対処が欠かせず、そのロバスト性が要求される所以である。本論文は一入出力の線形制御システムの特性多項式に表われる不確かさがポリトープ形式で与えられると捉え、ポリトープを構成するセグメント多項式の性質からシステム多項式のそれを導く手順を一般的かつ総括的に導いたものである。具体的には、まず、デルタ演算子多項式ポリトープを典型的な不確かさをもつシステムの特性式とし、それに対する安定判別法を幾つか、各々異なる形で提案している。それらは、それぞれ固有の特徴をもつが、実際の適用に当たって計算量の観点からの比較を行い、その優劣を論じている。

次に、論文はパラメータ空間の安定解析のための新たなツール、**Stability Feeler** の提案と応用に転じている。**Stability Feeler** は多項式係数空間における安定探触子で、D安定性と呼ばれる一般的な安定性のための係数空間の安定セグメントを与えるものである。申請者は、この概念を用いて多項式ポリトープシステムのD安定判別アルゴリズムを開発し、さらに設計例にも言及している。**Stability Feeler** はさらに線形システムのみならず、線形部にポリトープ型の不確かさをもつ古典的なフィードバックシステム、ルーリエ系の絶対安定判定にも適用することができ、その解析結果の評価をも可能にすることが示されている。

このように、本論文はパラメータ空間の解析で未解決のまま残されている諸課題の統一した解決への道を拓く新しい方法の概念を提案したものであり、学位論文にふさわしい新規な内容を多く含んでいる。

なお、本論文は下記の論文を基にして著されたものである。

1. 松田忠典・川端啓史・森 武宏：デルタ演算子多項式ポリトープの安定判別法、電気学会論文誌C、第125巻、第11号、1666頁～1673頁（2005）
2. T. Matsuda, K. Kawabata, and T. Mori : Stability Analysis Methods for Delta-Operator Polytopic Polynomials, Electrical Engineering in Japan, Vol. 159, No. 3, pp. 56–64, (2007)
3. 松田忠典・川端啓史・森 武宏：多項式ポリトープ解析のための **Stability Feeler** の提案、電気学会論文誌C、第126巻、第11号、1311頁～1317頁（2006）