【90】

氏　名(本　籍)	椎(しい) 原(はら) 浩(こう) 輔(すけ)(大分県)
学位の種類	博　士(数　学)
学位記番号	博甲第1,841号
学位授与年月日	平成10年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	数学研究科
学位論文題目	Approximate Power Series Roots and Their Applications (近似べき級数根とその応用)

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	本　橋　信　義
副　査	筑波大学教授	理学博士	木　村　達　雄
副　査	筑波大学教授	理学博士	宮　本　雅　彦

論文の内容の要旨

本論文は，代数関数の近似計算法に関して，(1)各分岐点における共役でない分岐の効率的な計算法，(2)計算機による解析接続とRiemann面の決定法，(3)高次Padê近似の高速計算法，の3つのアルゴリズムを提示し，その有用性を主張している。

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算法の研究の一つである。

(1)に関して。2変数代数方程式のPuiseux級数解の計算については，古来よりNewton-Puiseux法という有名な方法があるが，厳密計算では代数的数の導入を必要とし，極めて効率が悪い。しかも，その方法を近似化すると，特異点の位置を近似的に決定するために，特異点が近傍の通常点と認識され，Puiseux級数展開でなくTaylor級数展開になってしまうことが多々ある。これに対し最近，SasakiとKakoがHensel構成を拡張した算法を提示したが，この方法では浮動小数演算を用いてもPuiseux級数展開が安定的に計算できる。本論文は，Sasaki-Kako法が一部で無駄な計算をしていることを指摘し，その無駄を省いて効率化する方法を提示した。

(2)に関して。計算機によるRiemann面の決定においては，特異点を数値として決定する必要があり，近似値である数値根を利用する近似的代数計算が不可欠である。また，解析接続については，教科書に記述されている方法は非常に非効率で非実用的であるが，計算機処理のための方法が研究されることはほとんどなかった。本論文は，上述したSasaki-Kako法の応用として，Riemann面の決定と解析接続に対する方法を提示した。これらの方法は教科書的方法とは全く異なり，効率的かつ実用的な方法である。特に，数値計算で著名なSmithの誤差上界の定理を利用することにより，近似計算を非常に荒い精度で行っても厳密に正しい結果が得られることを数値例で示した。

(3)に関して。与えられた多項式の根として定まる代数関数のPadê近似については，展開次数があまり高くない計算に対して実用的な方法がよく知られている。しかし，その方法は係数比較に基づくもので，次数が高くなるにつれ非常に時間がかかりだす。最近，数値計算用の反復公式であるNourein法をべき級数根の計算に拡張した公式がKitamotoにより作られているが，本論文はその公式がPadê近似の計算に使えることを証明した。本論

文で提示された方法を旧来の方法と比較すると，例えば〔24-23〕-Padê近似の計算では100倍ほども高速であることが実例で示されている。

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Sasaki-Kakoの仕事の補完であり，数学的センスのある者なら誰でも思いつくものであると言える。(2)は，従来は計算機処理に適していないと見做され，ほとんど扱われることのなかった演算を扱ったこと，近似的代数計算法の有用性を明白に示したこと，荒い精度の近似計算であっても，誤差上界をうまく定めれば厳密な結果が効率的に得られることを示したこと，の3点で非常に高く評価できる。(3)も，従来とは全く異なるアプローチでPadê近似の効率的計算法を発見したものであり，高く評価できる。ただし，本論文が提示した方法には展開次数の型に制約があり，今後，この制約を緩める方向で研究を発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。