

氏名(本籍)	竹内敏己(徳島県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博乙第1,311号		
学位授与年月日	平成9年7月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当		
審査研究科	工学研究科		
学位論文題目	ポアソン方程式における高次精度差分法とSOR方の収束率		
主査	筑波大学教授	工学博士	名取亮
副査	筑波大学教授	工学博士	宮本定明
副査	筑波大学教授	工学博士	稲垣敏之
副査	筑波大学助教授	工学博士	北川高嗣
副査	徳島大学教授	工学博士	今井仁司

論文の内容の要旨

一般に差分法を用いてポアソン方程式を数値的に解く場合、高次精度の差分公式は離散化に使用する格子点数を増やすことにより導出される。隣接点以外の格子点を使った差分公式では境界付近で差分公式を変更する必要がある、その場合係数行列の規則性がくずれ、数値的に扱いにくくなることが多い。

これに対して、ポアソン方程式の右辺項を利用し左辺の離散化の剰余項を消すことにより精度を高める方法がある。これまでに、2, 3次元ポアソン方程式に対する、隣接点のみを用いた4次精度差分公式および格子点と格子点の中間点を使った6次精度差分公式が知られている。これらの差分公式はシングルセルと呼ばれる隣接点からなる領域内の格子点のみを使用しており、境界付近でも同じ差分公式を適用することができる。

本研究では、シングルセル内の格子点を使った、3次元ポアソン方程式に対する新しい4次精度差分公式および2, 3次元ポアソン方程式に対する格子点と格子点の中間点を使用しない6次精度差分公式を得ることができた。特に、新しく得られた3次元ポアソン方程式に対する4次精度差分公式は、従来知られていた4次精度差分公式より使用する格子点数が少なく、かつベクトル計算機向きの公式であることが分かった。反復法としてICCG法を使った場合、実際に数値計算を行うことにより、従来の差分公式より短時間で計算が終了することを示した。

次に、ある条件下では、差分公式から得られる係数行列が基本的な二つの行列のテンソル積を用いて表すことができること、またそれを利用して係数行列のすべての固有値が求められることを示した。これによりシングルセル内の格子点を使った差分公式の中でも、シングルセルの中心点からの距離が遠い格子点を使った差分公式の方が、条件数等の係数行列の性質がよく、実際にICCG法を使った数値計算においても高速な計算が可能であることがわかった。

さらに差分法から得られる係数行列にSOR法を適用する場合のベクトル化の手法であるマルチカラー法を一般化し、任意の差分公式に対して格子点の色分けにおける色の数および色の塗り方を与える定理を示した。この定理を本研究により得られた3次元ポアソン方程式に対する4次精度差分公式に適用した結果、マルチカラー法によりSOR法の収束率が上がると言うことがわかった。また、実際に数値計算を行うことにより従来知られていた差分公式を使った場合よりも高速な計算が行えることを示した。

審 査 の 結 果 の 要 旨

この研究により得られた3次元ポアソン方程式に対する4次精度差分公式は、ICCG法、SOR法のどちらを使った場合にも高速な数値計算が出来ることが示されており、有益な差分公式であるといえる。特にSOR法を使った場合に、従来はベクトル化の手法であるマルチカラー法により収束率が上がることが証明されているのは興味深い事実である。ただし、対象とするモデル問題が領域、境界条件等理想的なものであり、実際の現実問題においても同じことが成り立つかどうか、さらに深く研究を行う必要がある。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。