

氏名(本籍)	伊藤祥司(島根県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第2621号		
学位授与年月日	平成13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	工学研究科		
学位論文題目	大規模線形方程式に対するスーパーコンピュータ向きの前処理法		
主査	筑波大学教授	工学博士	名取 亮
副査	筑波大学教授	Ph.D.(工学)	平沢 一 紘
副査	筑波大学教授	工学博士	石橋 幸 男
副査	筑波大学助教授	博士(工学)	櫻井 鉄 也
副査	筑波大学助教授	工学博士	張 紹 良

### 論文の内容の要旨

本論文では、まず、前処理方法を二つの観点から考えることを試みた。一方は、数学上の観点のみから提案される前処理であり、これまで一般的に考えられてきた収束性や計算精度の向上を念頭にしている。もう一方は、計算機アーキテクチャの観点から提案される前処理であり、主に計算効率の向上を念頭にしている。また本論文では、ベクトル型や並列型アーキテクチャに代表されるスーパーコンピュータによる大規模線形方程式の求解において、その計算効率を一層向上させるいくつかの前処理を提案した。

本論文で提案した前処理は以下の通りである。第3章において、流体解析などの問題で頻繁に現れるブロック5重対角行列群を係数行列とする線形方程式を、ベクトル計算機を用いて解くための前処理を施した解法“Rotated Alternative LU (Rotated ALU) 分解法”を提案した。数値実験により、様々なサイズの問題に対して本解法と従来のLU分解法とを比較したところ、本解法を用いると計算時間において30%程度短縮でき、計算精度は従来と同程度の精度を保持していることが確認された。第4章において、係数行列が周期境界要素を持つブロック5重対角行列群である線形方程式に対して、ベクトル計算機を用いて解くために、Rotated ALU分解法を適用するための前処理“Split/SMW”を提案した。本前処理は、係数行列を構成要素に応じて2つの行列群に分離し、Sherman-Morrison-Woodbury (SMW) 公式を施す前処理である。数値実験により、様々なサイズの問題に対して本研究で提案した前処理付きの解法と従来のLU分解法とを比較したところ、計算時間において35~40%程度短縮でき、計算精度は従来と同程度の精度を保持していることが確認された。第5章では、周期境界条件を課した2次元移流拡散方程式を5点中心差分により離散化したときに得られる線形方程式に対して、反復法を用いて求解する際に併用する並列計算向きの前処理“Splitting Correction (SC)”を提案した。この前処理は、演算量を増大させずに反復法の収束性を向上させるものである。数値実験では、従来の前処理とSCの各々を施した反復法を比較すると、SCの方が収束までの反復回数、計算時間ともに20%程度短縮していることが確認された。

### 審査の結果の要旨

本論文では、スーパーコンピュータを用いて線形方程式を解く際に併用するための前処理法について、新しく

提案する上での着眼点が提示されている。その中でも、代数的手法を用いて計算機の性能を引出す点、および、スーパーコンピュータを用いた計算における問題点を解決している点が、本論文中の研究の大きな特長である。

第3章の Rotated ALU 分解法では、本来は並列計算に用いるために提案された手法を、ベクトル計算機のアーキテクチャ特性を引き出すよう、更に改良した点が独創的である。第4章では、解くべき線形方程式の係数行列を効率的な解法に適合するように分離変形し、代数公式の Sherman-Morrison-Woodbury 公式を前処理として応用している点が独創的である。また、第5章では、前処理における演算量と収束性のトレードオフの問題点を解決している点が評価された。

今後は、多くの実際の数値シミュレーションに応用して、これら前処理が適用可能な問題の種類の確認と、それらに対する効果について評価していくことが望ましい。

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。