

Title	格子ボルツマン法の多成分拡張に関する研究
Author(s)	廣川, 雄一
Citation	
Issue Date	2005-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/966
Rights	
Description	Supervisor: 松澤 照男, 情報科学研究科, 博士

格子ボルツマン法の多成分拡張に関する研究

廣川 雄一

北陸先端科学技術大学院大学

2005年1月11日

論文の内容の要旨

数値流体力学は測定が難しい流れ場、および理論解を求めることが難しい流れ場を把握する有効な手法として発展を続けている。近年、簡略化した分子運動の解析により流体を再現する格子ボルツマン法が注目されている。格子ボルツマン法は従来手法(ナビエ・ストークス方程式など)よりも流体を詳細に解析することが可能であり、混相流解析などに用いられている。また、解析アルゴリズムが簡単であるため、ワークステーションや超並列計算機を十分に活用することが可能である。

しかしながら、格子ボルツマン法における混相流解析では扱える相の数が制限され、熱流動を考慮できるものは少ない。特に、E.G.Flekkøy や R.Holme らによる混和二相流解析では相の数は2つに固定され、熱流動を考慮していない。そこで、本研究では任意の数の相を扱い、熱流動を考慮することも可能な格子ボルツマン法の多成分拡張手法を4つ提案した。

本研究で提案した4つの多成分拡張手法は、任意の単相流を扱う格子ボルツマン法を(混和)混相流を扱うように拡張する手法である。また、単相流を扱う格子ボルツマン法が熱流動を考慮している場合、熱を含めた混相流解析を行うことが可能である。尚、提案した4つの手法の特徴は以下の通りである。

1. 多成分拡張法 各相の物性値(密度を除く)がほぼ同じである混相流に拡張可能
2. 混合多成分拡張 各相の物性値が異なった混相流へ拡張可能であるが、各相の詳細な解析は困難
3. 多成分相互作用拡張 各相の物性値が異なった混相流への拡張が可能であり、各相の詳細な解析が可能
4. 反応多成分相互作用拡張 多成分相互作用拡張を化学反応などを考慮可能なように改良

これら4つの手法とも各物理量保存を満たすことを解析的に示し、数値解検証において妥当な解析結果が得られることを示した。また、これらの拡張手法は、従来手法では扱いが難しい、各相の対流による混合と分子拡散による混合を同時に解析することが可能である。特に、反応多成分相互作用拡張では対流および分子拡散による化学反応などを扱うことが可能である。

超並列計算機(Cray T3E/1200E)を用いたベンチマークでは、最も計算負荷が大きい反応多成分相互作用拡張は一般的な格子ボルツマン法と同等な並列性能を有しており、並列計算機における有効性が確認できた。

キーワード: 数値流体力学, 格子ボルツマン法, 混相流, 混和多相流, 熱流動, 拡張法