

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	Kirchhart, Matthias
論文審査担当者：			
主査	慶應義塾大学教授	Dr. -Ing.	小尾 晋之介
副査	慶應義塾大学教授	博士（工学），TeknD	深淵 康二
	慶應義塾大学専任講師	Ph. D.	安藤 景太
	東京工業大学准教授	博士(工学)	横田 理央
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>工学修士 (MA), Matthias Kirchhart (マティアス キアハート) 君提出の学位論文は Vortex Particle Redistribution and Regularisation (渦粒子の再配置と正規化) と題し本編 6 章により構成されている。</p> <p>渦法 (Vortex Method) は流体運動を記述する手法の一つで、一般に用いられるナビエ・ストークスの式から派生した流体の渦運動を追跡する方程式系により構成される。数値解析上の特徴として、格子生成を必要としない粒子法であることから、変形する固体表面に接する流体運動の扱いが容易であるなどの利点がある。一方で、渦法は自由境界の非粘性流れの記述を元に発展してきたため、粘性拡散や固体等の境界条件の取り扱いにおいて十分に理論的な整備がなされていない。本論文の著者は、主にこれら 2 つの点に着目して、数理的な考察に基づき、従来の手法に改良を加え、精度並びに安定性に優れた数値解析手法を提案している。</p> <p>第 1 章では渦法の成り立ちについて広範な文献調査を行った。基礎理論の発展、数値解析の黎明期における展開、高速計算アルゴリズムの発達といった系統的な整理を行うとともに本研究の対象とする諸問題の位置づけについて述べている。</p> <p>第 2 章では渦法の基礎理論について述べるとともに支配方程式を導出し提示している。後の章で個別に取り上げる運動学的性質と力学的性質のそれぞれを整理するとともに、本論文で取り上げる問題をより具体化している。</p> <p>第 3 章ではまず粘性流れへの拡張を目的として拡散を表現するための渦粒子の再配置に関する新たな手法を提案している。従来の手法に対して優れている点は、計算途中での格子点への渦度の補間や時間進行の分割を行わないところにあり、高次精度の時間進行スキームが高い安定性とともに入用することができると。実際に行った数値解析により、著者が提案する理論解析に忠実な精度で数値シミュレーションが実行可能であることを示した。</p> <p>第 4 章では、境界面での粒子の取り扱いにおいて新たな正規化の手法を導入することで、従来の手法において避けられてきた関数の連続性を保証することを提唱した。同時に、安定化の指針として渦粒子同士の距離と平滑化関数の特性距離の比例関係を確保することで、速度場の計算負荷を著しく減少させることを見出した。</p> <p>第 5 章には数値解析技術上の新たな提案として、渦法の計算において最も負荷の高いピオ・サバール則の適用において体積積分をすべて面積分に置き換え計算効率を高める定式化を導いた。</p> <p>第 6 章は結論であり、本論文の結果の総括と今後の展望を述べている。</p> <p>以上の研究成果は工学的応用が進む数値流体力学において、従来とは異なる道筋での発展の可能性を与えうる点で、学術的にも工学的にも極めて有意義といえる。この研究を契機として、更なる応用展開が期待される。</p> <p>よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査委員会委員で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。		