

Title	CIP法による非定常管内流れの並列計算
Author(s)	荒木, 宏之
Citation	
Issue Date	1999-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1219
Rights	
Description	松澤照男, 情報科学研究科, 修士

CIP 法による非定常管内流れの並列計算

荒木 宏之

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

1999年2月15日

キーワード： CIP 法、並列計算.

体の運動方程式の解法としてオイラー的な手法とラグランジェ的な手法が用いられる。オイラー的な手法ではメッシュは空間に固定されているのに対してラグランジェ的な手法では運動に従いメッシュも移動する。そのため移動境界問題においては一般にラグランジェ的な手法が用いられている。オイラー的な手法では格子が固定されており、扱いやすいという利点があるが境界が曲面である場合や格子に対して直行していない場合はその境界を精度良く表現することが難しい。

矢部孝らによって提案された Cubic Interpolation Propagation (CIP法) は、オイラー的な格子を用い、非圧縮性流体、圧縮性流体、あるいは気体、液体、固体を統一的に扱うことができ、固体と流体の境界を精度良く捕らえることができる。したがってこれまで CIP法を用いた研究が数多く行われており、安定で精度の良いスキームであることが確認されている。この CIP法を利用することで、固体が移動する際に流体に与える流れや、液体が固体に影響を与える流れの解析をオイラー格子を利用して容易に行うことができる。また単純な構造ゆえに多次元化を容易に行うことが可能である。

古田は CIP法による弾性管内流れの解析を行った。これは管壁を移動する固体とみなし、その壁面に速度を与え移流させ CIP法を用いて計算することで流体と管壁の境界を精度良く表し、またナビエ-ストークス方程式の移流計算に CIP法を適用した。これにより管壁が移動する流れの解析を行い、その流れ場を精度よく捉えた。しかし壁面が移動するような非定常流れの解析は時間ステップごとに圧力のポアソン方程式の計算で十分に収束させる必要があり、逐次計算の場合、多大な時間を要する。それにより大きな計算領域を扱う事や格子点数を増やす事が困難である。

そこで本研究では CIP法を用いた流れの解析を並列計算機上で行なう目的で、領域分割法に基づいた並列アルゴリズムの開発を行った。またその並列アルゴリズムを通信ライブラリである Message Passing Interface (MPI) をもちいて並列計算機 SGI GatewayT3E 上に実装した。

予備実験として凹部を持つ管内流れの解析を行った。逐次計算と並列計算の結果を比較することが目的である。またスケラビリティの検証を行う。次に実験として弾性管流れの解析の基礎的な実験となる2つの解析を行った。1つは壁面が振動する管内流れの解析である。もう一つは振動するポアソユ流れを流入条件とした凹部分を3つ持った管内流れの解析である。いずれも境界条件や流入条件が変化する非定常流れの解析であり、多大な計算時間を要する。以上の実験から本研究では以下のような成果が得られた。

1. 逐次計算では計算時間を要する非定常流れの解析を並列化することで短時間で行うことができた。
2. 計算領域を分割することで、これまでより計算格子を増やし境界の曲面をオイラー的な格子で精度良く表すことができ、また移動境界流れの物理現象を精度良くとらえることができた。