



Title: New Spatial Value Estimation Method for Curved Characteristic Line
(曲がった特性線のための新しい空間量の推定手法)

Authors: Tomomasa OHKUBO, and Ei-ichi MATSUNAGA

(大久保友雅 (東京工科大 工学部 准教授), 松永栄一 (東京工科大 工学部 非常勤講師))

Journal: Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics 27 (2023) 616-621

掲載年月: 2023 年 7 月

研究概要: 物理的根拠を持たない数学的な取り扱いである補間を用いずに、物理現象を記述する支配方程式を元に特性理論を考慮した新しい空間値推定法を提案した。曲線的な特性線における特性速度の局所的な変化に対応するために、AICM(averaging inverse characteristics method)と名付けた新しい手法を提案した。本手法では、局所的に変化する特性速度を前のステップの特性速度と平均化する。オイラー方程式で記述される衝撃管問題の空間値を計算し、先行研究で提案された ICM や従来の補間法の結果と比較することで、AICM の精度を検証した。その結果、AICM は他の手法と比較して、すべてのパラメータにおいて誤差を 1/10 以下に抑えることができた。

研究背景: 数値計算は様々な場面で利用されており、精度の高い数値計算を行うためには、計算手法の精度と空間分解能の高い初期値が必要である。しかし、気象観測に代表されるように、各物理量は空間上に疎に配置された観測点で時系列データを計測することしかできず、それらの値から非観測点における各物理量の空間分布を推定する必要がある。通常は補間や統計的な処理によってその空間分布を推定するが、それはあくまでも数学的な処理に過ぎず、その結果は物理法則を満たしているとは限らない。

研究成果: 特性曲線法では、直線的な特性線に沿って上流点の物理量を計算するが、本手法では直線的な特性線の上流点を何度か平均化することによって曲線的な特性線の上流点を求める (図 1)。オイラー方程式で記述される衝撃波管問題について本手法を適用することにより、補完や従来手法と比較して誤差を 1 桁以上低減することに成功した。

社会への影響: 数値予測のための初期値等の空間分布の推定に役立てることが出来る。この手法の開発をさらに続け、対応する支配方程式を増やすことにより、例えば、疎な観測点における津波の高さから、その時の空間全体の分布を推定すること等が出来るようになると期待される。

専門用語:

特性線: 支配方程式を変形することにより、ある値 (リーマン不変量) が不変のまま伝わる経路。

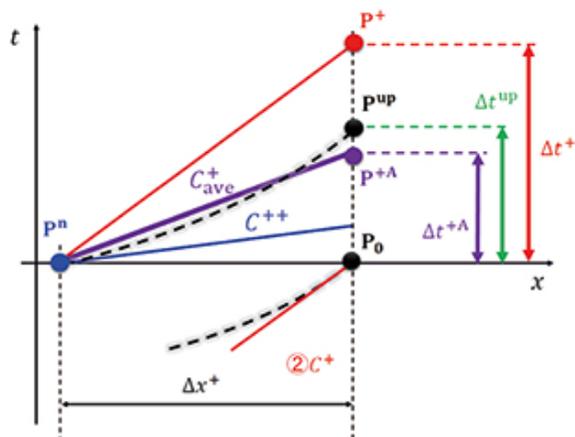


図 1 : AICM の特性線の扱い

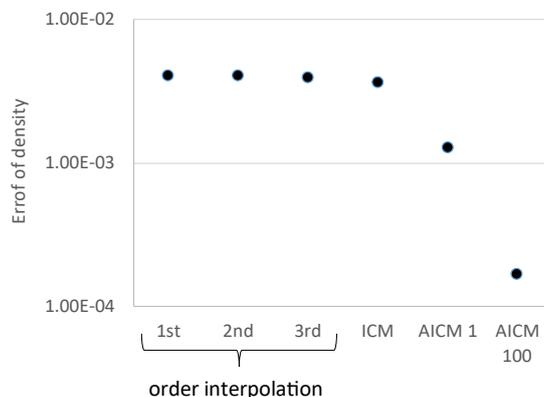


図 2 : 従来手法との誤差評価