

## 磁気流体力学方程式に対する高次精度重み付きコンパクト差分法

## Higher-order weighted compact nonlinear scheme for magnetohydrodynamics

\*三好 隆博<sup>1</sup>、簗島 敬<sup>2</sup>、松本 洋介<sup>3</sup>\*Takahiro Miyoshi<sup>1</sup>, Takashi Minoshima<sup>2</sup>, Yosuke Matsumoto<sup>3</sup>

1. 広島大学大学院理学研究科、2. 海洋研究開発機構数理科学・先端技術研究分野、3. 千葉大学大学院理学研究科

1. Graduate School of Science, Hiroshima University, 2. Department of Mathematical Science and Advanced Technology, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 3. Graduate School of Science, Chiba University

様々な宇宙・天体プラズマ現象において、磁気流体力学（MHD）的な強い衝撃波と強い乱流の複雑な相互干渉が本質的に重要な役割を果たしていると考えられる。これまでに、衝撃波などの様々な不連続を数値振動なく鋭く解像できる数々の近似リーマン解法が精力的に開発されてきた。特に、Miyoshi and Kusano [1]によって提案されたHLLD近似リーマン解法は、高解像度、高効率、かつロバストなMHD数値解法として、様々なMHDソフトウェアパッケージの標準的な基礎解法として広く採用されている。一方、乱流を数値的に取り扱うためには、基礎解法の高次精度化が不可欠である。MHDに対しては、MUSCL、WENO、またはMP5などの数値振動を抑制する非線形の変数補間を用いた高次精度有限体積法がよく用いられる[2,3,4]。しかし、一般に多次元有限体積法の高次精度化は容易でなく、実際の多次元物理計算において高次精度化が達成される保証はない。

そこで本研究では、多次元化の容易な有限差分法に基づき高次精度MHD数値解法を構築する。特に、近似リーマン解法と組み合わせて衝撃波捕獲が可能となる重み付きコンパクト差分法（Weighted Compact Nonlinear Scheme: WCNS）[5,6]を採用し、多次元MHDに対する高次精度衝撃波捕獲法を開発する。WCNSは、重み付きの変数補間によって評価される高次精度数値流束と高次精度中心差分から構成される。本研究では、5次精度数値流束と4次または6次の中心差分で構成されるWCNSについて比較数値実験を行い、WCNSの有効性を示した。また、数値的な磁場発散の生じない多次元MHDに対するWCNSについても検討を行った。

[1] T. Miyoshi, K. Kusano, J. Comput. Phys., 208, 315, 2005.

[2] A. G. Kritsuk, et al., Astrophys. J., 737:13, 2011.

[3] T. Minoshima, et al., Astrophys. J., 808:54, 2015.

[4] <http://www.astro.phys.s.chiba-u.ac.jp/cans/>

[5] X. G. Deng, H. Zhang, J. Comput. Phys., 165, 22, 2000.

[6] T. Nonomura, K. Fujii, Comput. Fluids, 85, 8, 2013.

キーワード：磁気流体力学、重み付きコンパクト差分法、近似リーマン解法

Keywords: MHD, WCNS, approximate Riemann solver