

AMR手法による短波長不安定性シミュレーション Numerical simulation of short-wave instability by AMR technique

三浦英昭^{1),2)}、羽鳥智栄²⁾、沼波政倫¹⁾、永良彰英³⁾、臼井英之³⁾、松本正晴⁴⁾、後藤涼輔²⁾
R. Goto, H. Miura, A. Ito, M. Sato and T. Hatori

核融合科学研究所¹⁾、総合研究大学院大学²⁾、神戸大学³⁾、東京大学⁴⁾
SOKENDAI¹⁾, NIFS²⁾, Kobe Univ.³⁾, Univ. Tokyo⁴⁾

本研究の目的は、バレーニング不安定性、ケルビン・ヘルムホルツ不安定性など短波長が重要な役割を果たす不安定性問題において、動的格子細分化法(Adaptive Mesh Refinement, AMR法)を用いて効率良くシミュレーションを行う手法を開発する事である。シミュレーションの途中で解像度が不足する場合に動的に格子を細分化する事により、短波長の不安定モードが成長しても破綻なくシミュレーションを遂行する事が可能である。我々のAMRモジュールは自己相似型ブロック格子を採用しており、移流方程式の2次元シミュレーションでは図1のごとく高い並列性能を示している[1]。図1はストロングスケーリングであるが、ウィークスケーリングも良好な性能を示している。

短波長不安定性の一例として、Kelvin-Helmholtz 不安定性のシミュレーションを行った。Kelvin-Helmholtz不安定性では、シア幅が狭くなるほど高い波数の不安定モードが成長する。このため、シア幅の狭い現象の不安定性を調べるには、高い解像度が必要とされ、AMR 法の応用テストとしては最も適切な問題の一つである。図2はKelvin-Helmholtz不安定性の渦が非線形相互作用を通じて乱流化するプロセスの一部を切り出したものである。このシミュレーションではAMRモジュールが使われており、格子の細分化による解像度の向上が行われている。講演では、AMRモジュールを用いた短波長不安定性のシミュレーションの実証を行った上で、不安定性の成長に対する格子細分化の基準の影響、格子細分化の際の補間の影響等についての議論を行う。

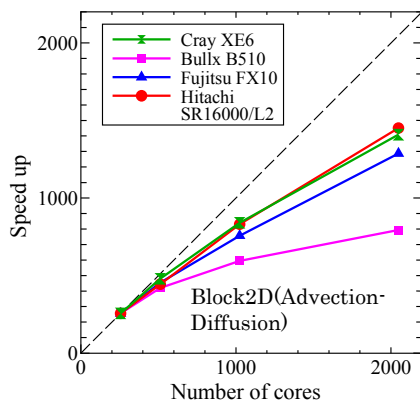


図 1 AMR モジュール性能 (ストロングスケーリング) [1]。

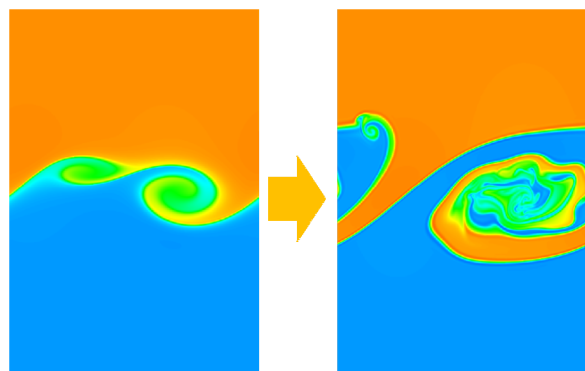


図 2 Kelvin-Helmholtz 不安定性の発展

[1] M. Nunami, Miura et al. "Implementation of AMR Technique into Parallelized Plasma Codes and Its Effectiveness", JSST 2012 International Conference on Simulation Technology (Sep.27-28, 2012, Kobe, Japan)