G03 乱流の計算科学

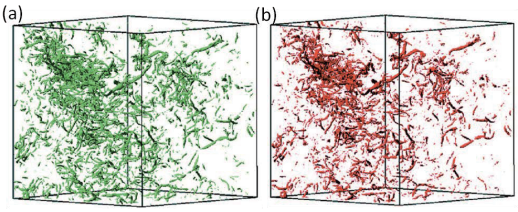
基礎教育センター・自然科学教室・准教授・岡本　直也
naoya@aitech.ac.jp

キーワード　乱流、ウェーブレット、低自由度、数値計算

概要

異常気象や地球温暖化などの環境問題では、流れが関わっており、その流れは乱れた流れの状態（乱流状態）になっている。乱流現象の予測や解明には、近年めざましい発展を遂げている計算機を利用した計算科学的手法、特に流れの基礎方程式を簡略化せずに解く直接数値計算が強力な手段となっている。しかしながら、地球規模流動現象にみられるような大規模な乱流状態では、その自由度が莫大なため、現在あるいは予見しうるスーパーコンピュータの性能をもってしても直接数値計算は困難を極める。

我々は、数学的手法であるウェーブレット解析を利用し、乱流の自由度を低減する手法の開発・検証を行っている。右下の図は、直接数値計算で得られた、ある時刻の乱流場（緑）から、ウェーブレット解析を用いて、秩序場（赤）を抽出したものである。得られた秩序場はわずか2.6%程度の自由度しか保持していないにもかかわらず、もとの乱流場の構造をよくとらえている。



セールスポイント

1．莫大なデータを、ウェーブレット解析を活用し、低自由度で表現 [1]
2．低自由度なシミュレーションにも応用することが可能 [2]
3．他の手法[3]と組み合わせることで、複雑形状物体周りのシミュレーションも可能

企業等での活用例、今後の展望等

1．企業などで用いられる何かしらの莫大なデータのウェーブレット低自由度化
2．複雑形状物体周りのアダプティブシミュレーションが期待される
3．熱輸送を伴う流体構造相互作用のシミュレーションが期待される

参考資料

[1] Okamoto et al. (2007). Phys. Fluids, 19(11), 115109.
[2] Okamoto et al. (2016). ESAIM: Proc., 53, 38-48.
[3] Sakurai, et al. (2019). J. Comput. Phys. 390 452-469