



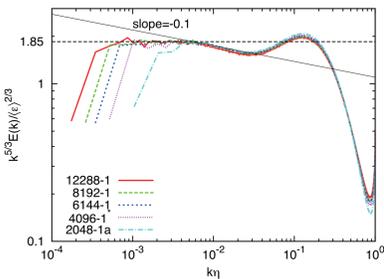
超多自由度複雑流動現象解明のための計算科学

1. 乱流のカノニカルな問題の大規模直接数値計算(DNS)コードの開発と高効率化, データベースの活用
2. 高レイノルズ数乱流中の高効率粒子追跡
3. 簡略化学反応メカニズムを用いた3次元乱流燃焼DNS

1. 乱流のカノニカルな問題の大規模直接数値計算(DNS)コードの開発と高効率化, データベースの活用
 目的: 高レイノルズ数の乱流の性質を理解・解明するためのコード開発、大規模DNSの実現、データベース構築、可視化・解析手法の開発

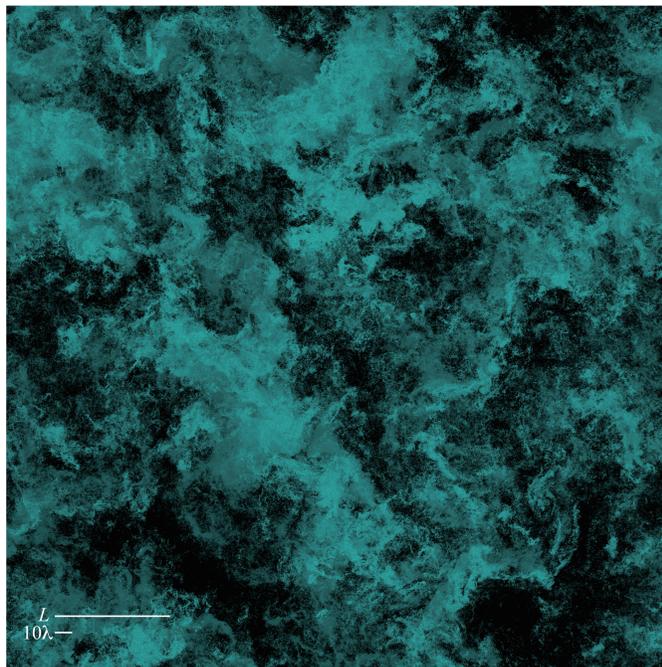
非圧縮性一様等方性乱流

・「京」で構築中の乱流の世界最大規模DNS (最大格子点数12288の3乗)時系列データの解析と可視化方法の開発、および、データ公開



▲最大格子点数12288³の乱流DNSで得られたエネルギースペクトル

▶格子点数12288³の世界最大乱流DNSで得られた渦度場の可視化



多様な高レイノルズ数乱流現象の理解にむけて

圧縮性乱流

・大規模DNS実現に向けたコード開発

空間微分: 8次精度中心差分法, 8次精度ローパスフィルタ
 時間発展: 4次精度Runge-Kutta法 (or 3次精度ESDIRK法)

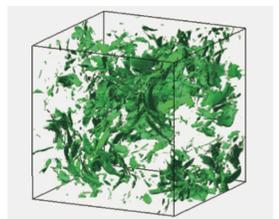
課題: 結果の妥当性の確認と計算の高効率化・大規模化

非圧縮性MHD乱流

・大規模DNS実現に向けたコード開発

空間微分: スペクトル法
 時間発展: 4次精度Runge-Kutta法

課題: 計算結果の妥当性の確認とパラメータスタディによる現象の把握, 計算の大規模化



Yoshimatsu et al., Phys. Plasmas 16 (2009)

2. 高レイノルズ数乱流中の高効率粒子追跡

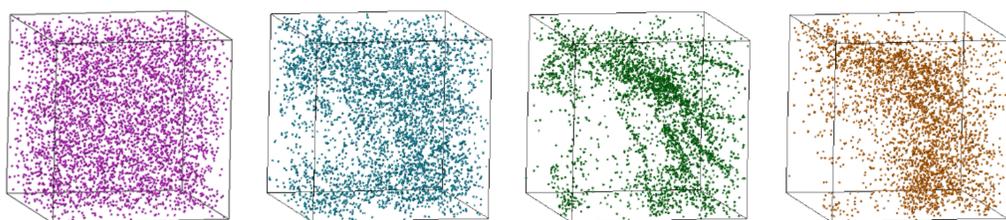
目的: 原始惑星系円盤中の微惑星形成過程の解明

非圧縮性一様等方性乱流

・計算の大規模化と粒子数の増加

空間微分: フーリエ・スペクトル法
 時間発展: 4次精度Runge-Kutta法
 粒子追跡: 3次スプライン補間+4次精度Runge-Kutta法

課題: 粒子追跡部分の高効率化
 高レイノルズ数乱流における数値実験



▲乱流中のストークス数の異なる慣性粒子(St=0, 0.2, 1, 5)の空間分布

今後の展開:
 重力、圧縮性、磁場、シアの影響を考慮した大規模数値実験

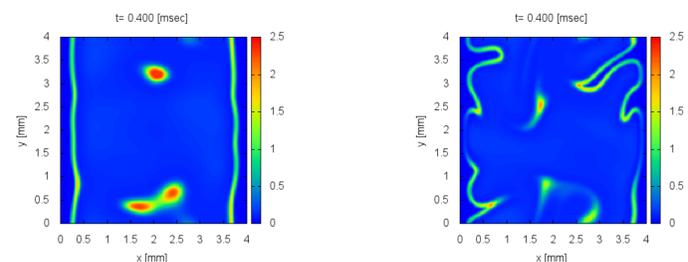
3. 簡略化学反応メカニズムを用いた3D乱流燃焼DNS

目的: 燃焼現象の解明と制御

ノルマルヘプタンの自己着火過程

・等温壁を導入した3次元DNSコードの開発

空間微分: 8次精度中心差分法, 8次精度ローパスフィルタ
 6次精度コンパクト差分法, 8次精度非周期フィルタ(壁垂直方向)
 時間発展: 3次精度ESDIRK法



▲左右に等温壁がある場合の自己着火過程における熱発生率: 速度揺らぎが無い場合とある場合の予備的2次元DNSによる比較

イソオクタンの乱流中の失火現象の解明

・乱流強度を変えた数値実験

課題: 適切な問題設定と(必然的に)大規模な数値実験