

研究課題名

雲マイクロ物理過程と乱流混合輸送との相互作用



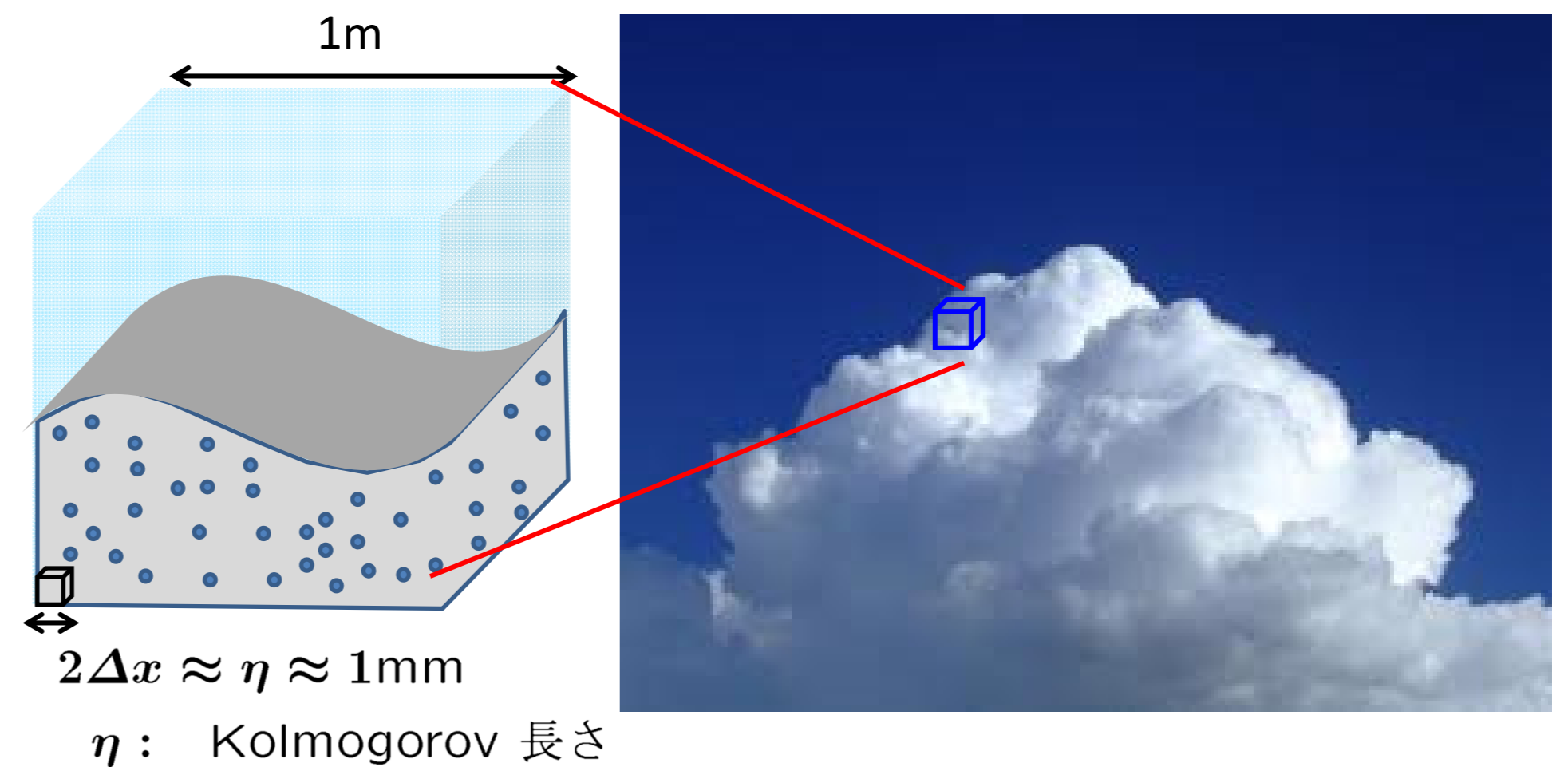
雲マイクロ物理と乱流混合輸送

雲内部および雲の境目における雲粒子の生成、乱流による乾燥・湿潤空気の混合、雲粒子の混合、消滅、衝突・合併の動力学、統計などを対象とする

研究目的

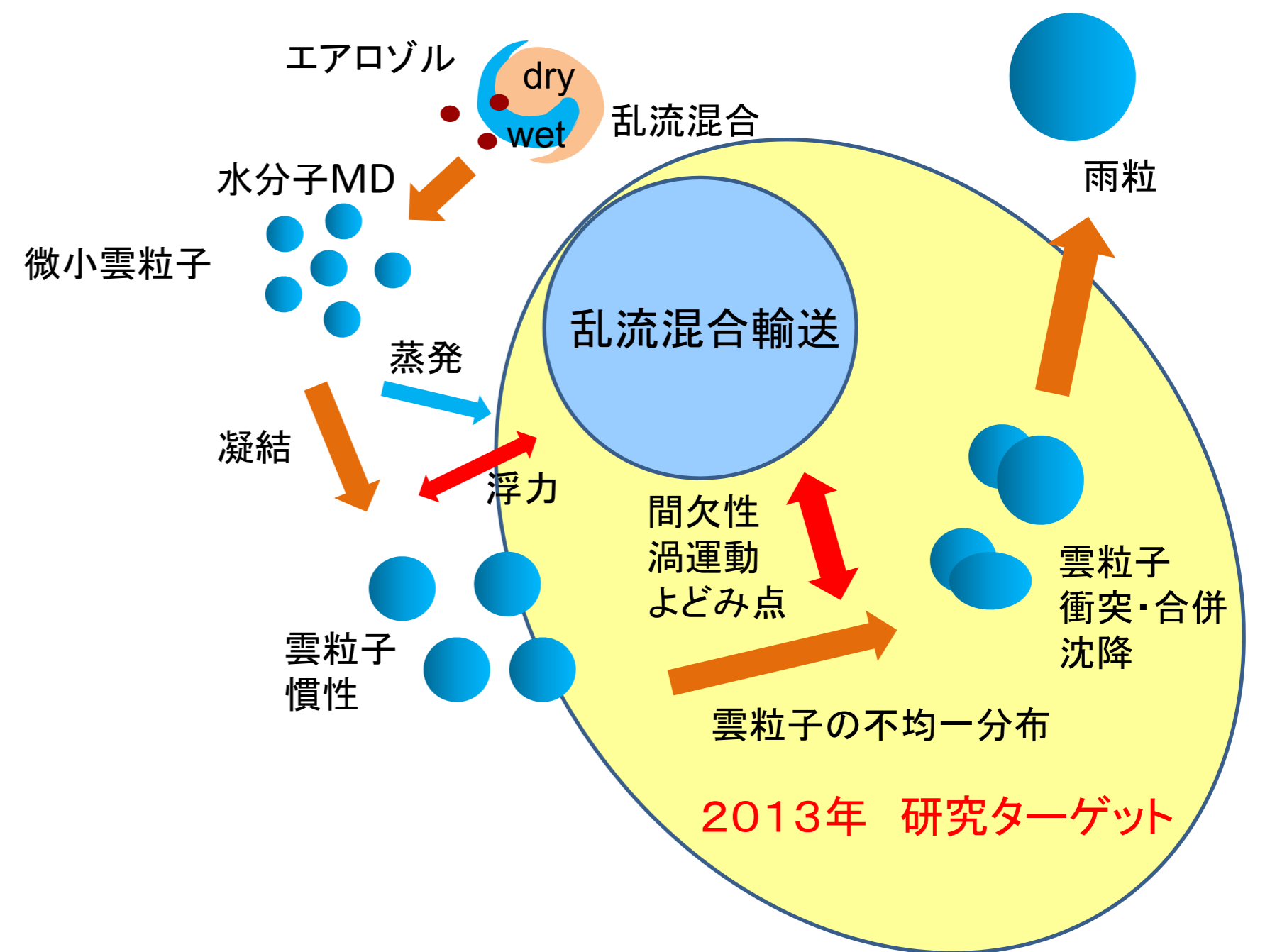
雲粒子はどのようにして生成され、成長し、輸送・混合され雨粒になるか？

- ・ 雲粒子と乱流による水蒸気や温度の混合・輸送との相互作用におけるマイクロからセミマクロまでのプロセスを物理の基本原則にのっとり丸ごとシミュレーションできるプログラムを開発
- ・ 雲粒子形成のきっかけ、凝結成長、乱流による雲粒子と水蒸気の不均一な空間分布の形成、凝結と衝突による粒径分布の変化、乱流強度へのフィードバックなどを調べて、雨粒形成までのプロセスを解明する



2012年 研究成果

- ・ 1m³内での雲粒子と乱流混合輸送のシミュレーション(R_λ=252, 空間格子1024³, 雲粒子総数 1億3千万個, 雲粒子密度 125/cm³)が可能になった
- ・ 雲粒径分布、雲粒子動径分布関数、乱流へのエネルギー供給メカニズムなどの知見が得られた
- ・ 雲粒子同士の衝突コードのテストプログラムを開発した
- ・ ハイブリッドコードを駆使し、高シュミット数のスカラー揺らぎスペクトルを世界最大規模4096³で計算し、乱流場の間欠性の影響を解析した
- ・ ナノスケールでの水滴(雲)粒子の凝結、蒸発、衝突、氷からの融解などを解析するために時間反転対称性に優れた高速アルゴリズムを開発した

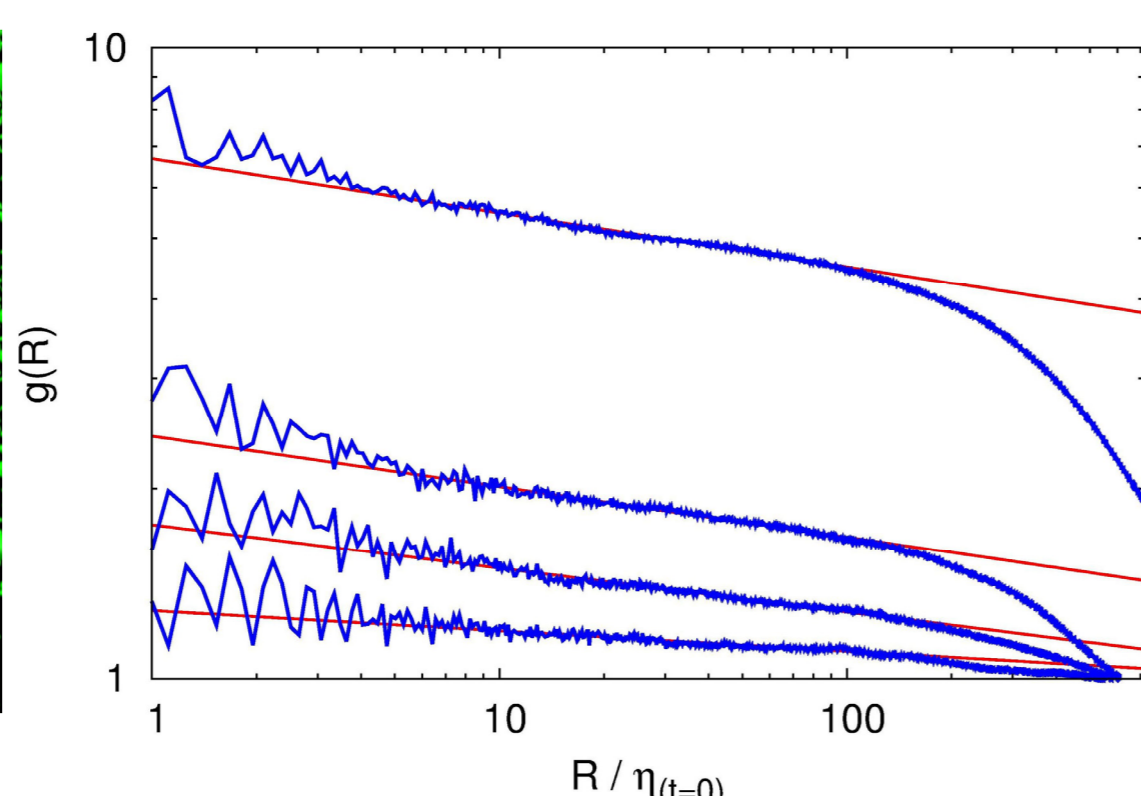
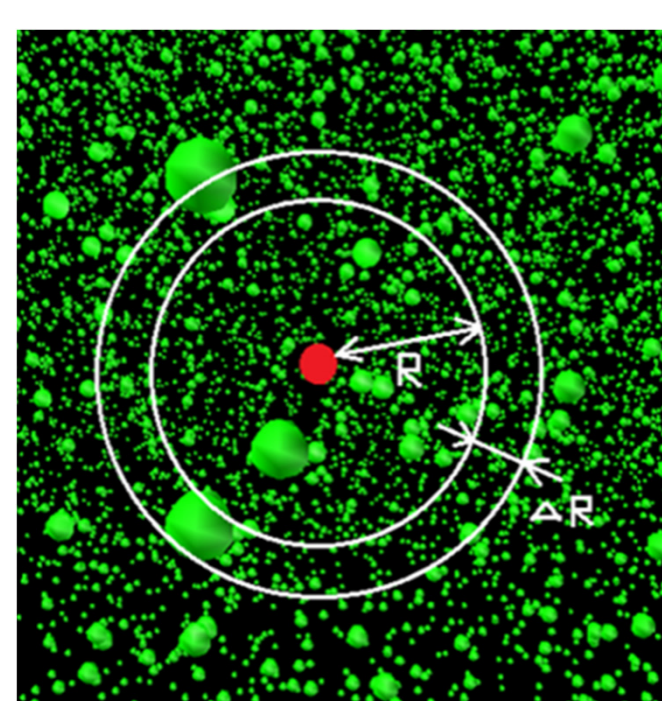
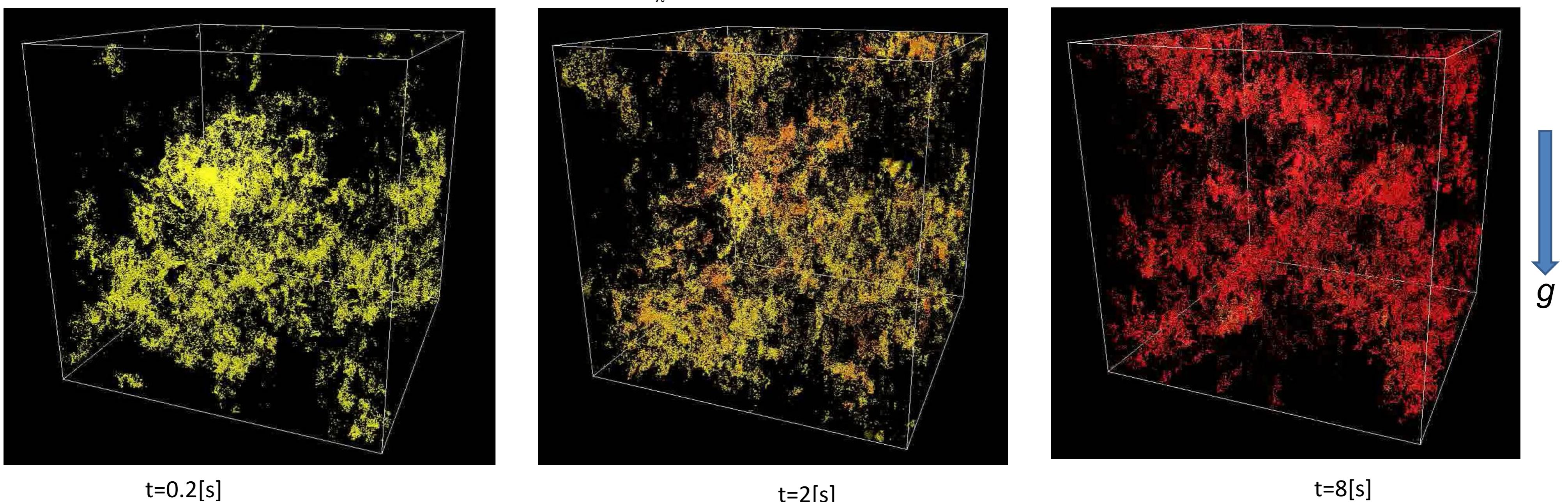


2013年 研究計画

- ・ 乱流スカラー(水蒸気、温度など)の微小スケールでの揺らぎの統計法則の解明(スケーリング指数の(非)普遍性)
- ・ 雲粒子の衝突過程の導入と高効率化
- ・ 雲粒子衝突の統計解析(衝突係数、相対速度、動径分布関数の評価)
- ・ 雲粒子部分の高効率化をさらに進める

乱流により輸送される雲粒子集団の時間発展

雲粒子半径 黄 → 赤 クラスタ形成: 衝突促進
R_λ=252, 空間格子数1024³, 雲粒子総数 1億3千万個, 雲粒子密度 125/cm³



雲シミュレータによる結果

- ・ 拡散過程による平均雲粒子成長は遅い 衝突過程と乱流による衝突促進が重要
- ・ 乱流レイノルズ数が増加すると雲粒径分布が広がる
- ・ 乱流により雲流粒子の分布は空間的に階層構造をもつクラスターを構成

$$g(R)\Delta R = \frac{G(R)\Delta R}{4\pi R^2 n_d} \propto R^{-\alpha(t)}, \quad \alpha = 0.032 \sim 0.085$$