

⑨ サブ課題 C： 大規模数値計算と広域宇宙観測データの融合による宇宙進化の解明

目的と科学的卓越性：宇宙誕生から現在までの宇宙進化を解明するために現代物理学を駆使したアプローチ。現実的な宇宙論的設定のもとでダークマターの密度揺らぎの非線形成長を追い、天体形成に関わる基礎物理を取り入れたマルチフィジクスシミュレーションを遂行する。世界中で進められている広域撮像観測により得られる天文ビッグデータと大規模計算を融合したビッグデータ宇宙論を展開。

「京」時代ではどこまで分かっているか？

星，銀河，巨大ブラックホールなど，宇宙における諸階層の構造形成過程が探究され，素過程の理解が進んだ。宇宙階層構造をつなぐ宇宙史の包括的な理解はできていない。

- **初代星形成：**宇宙で最初に誕生する星形成の基礎物理過程を理解。
- **銀河形成：**ダークマター，バリオン物質，輻射による銀河形成の素過程を理解。ブラックホールとの共進化や、現在の銀河につながる進化過程。
- **巨大ブラックホール形成：**銀河中心の巨大ブラックホールへの局所的質量降着による活動銀河核形成を理解。巨大ブラックホールの起源。
- **星形成：**星間分子雲の重力磁気流体過程による小質量星形成を理解。大質量星形成，星団形成。

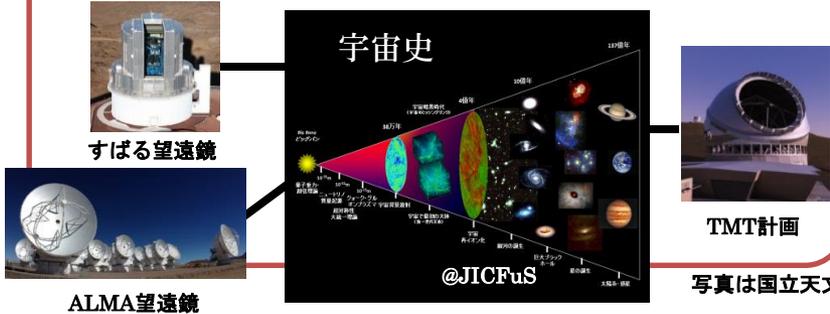
ポスト京での実現可能性

大領域を設定した現実的な宇宙論的計算の中でバリオン物質、ニュートリノ、ダークマターを含めた天体形成シミュレーションが実現可能。
大規模かつ詳細な観測計画と直接比較可能なアウトプットを生成。

ポスト「京」以降で何をを目指すのか？

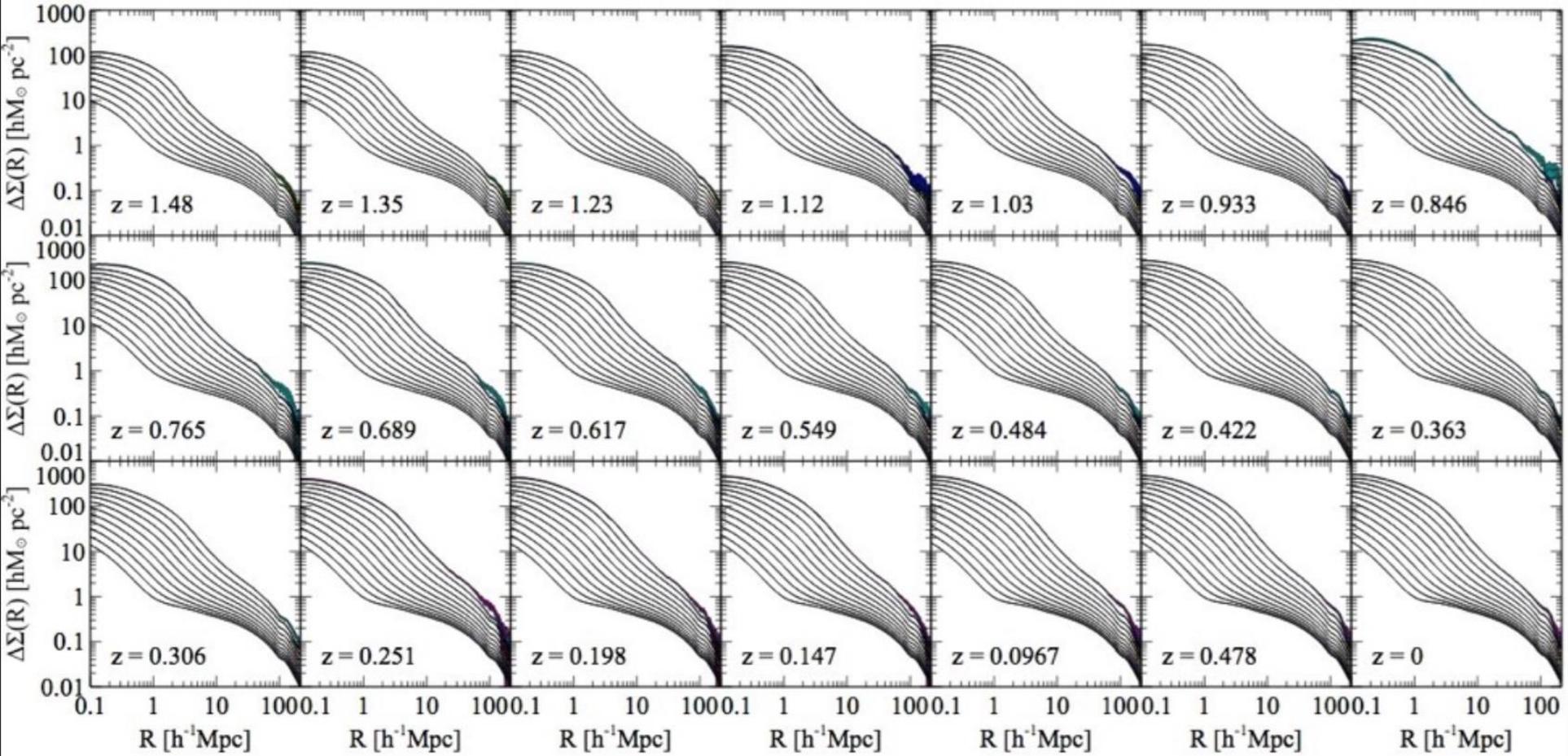
星，銀河，巨大ブラックホールといった諸階層をつなぐシミュレーションを実現し，**宇宙初期から現在までの宇宙進化の包括的理解**を目指す。

- ダイナミックレンジの大きな計算を実現し，諸階層をつなぐ
- 輻射，ニュートリノ輸送、磁場を忠実に再現。
- **最先端観測**(地上大型望遠鏡，宇宙望遠鏡)との直接比較が可能なレベルのアウトプット生成
- 情報科学者や統計学者と協同し、大規模サーベイ観測のデータ解析



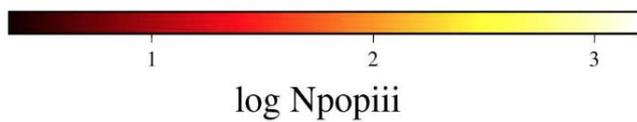
東大グループ HSCサーベイ重カレンズデータ解析のためのシミュレーションデータベース構築

2048³粒子、1辺 1 Gpc のシミュレーションを84個の宇宙モデル(パラメーターセット)に対し遂行。それぞれ24リアライゼーション。
銀河まわりの物質分布プロファイルとその宇宙モデル依存性を高精度で計算。

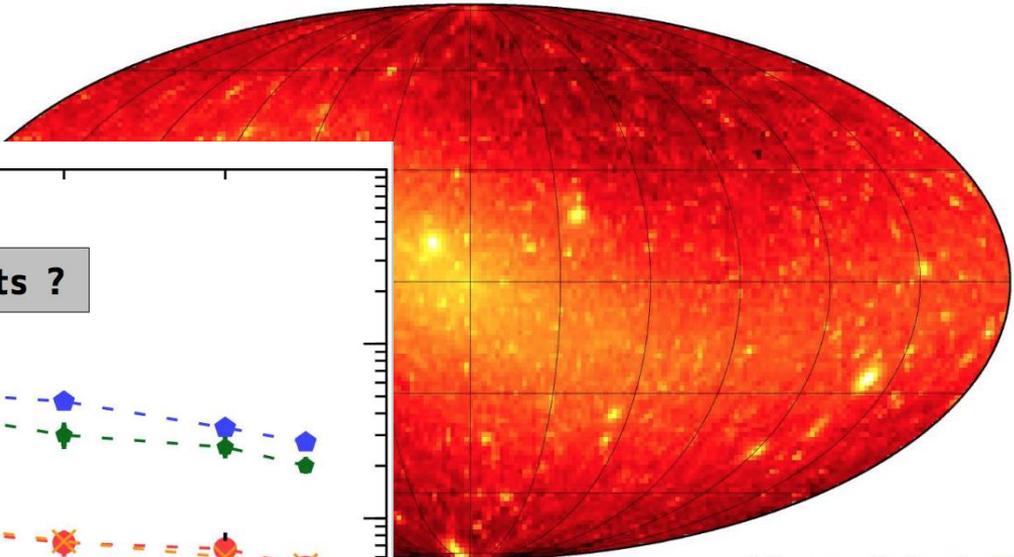


千葉大グループ 高解像度N体シミュレーションを用いて初代星残骸の分布と観測可能性を説明

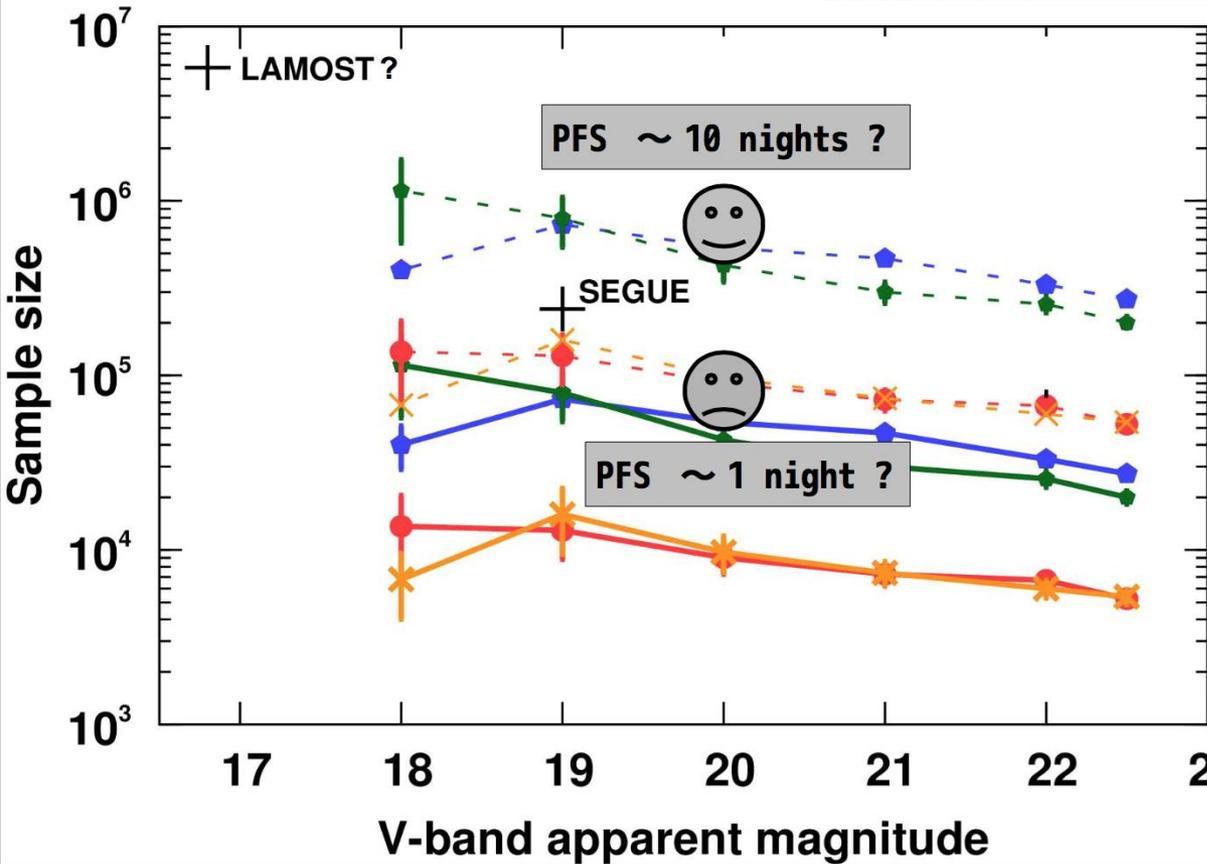
質量解像度5000太陽質量のシミュレーションに準解析モデルを組み合わせ、初代星の3次元分布を計算



銀河中心とサブハローに初代星は集中する傾向



10 pop3 / minihalo



すばる望遠鏡PFSを用いた将来の分光観測により、何個の星を探索すれば初代星が発見されるかを試算

筑波大グループ 宇宙論的Vlasov ソルバーに高精度スキームMP5を実装、AVXを用いて高速化

移流方程式ソルバー MP5, PFCを比較。計算には Advanced Vector Extensions 最適化を取り入れ、約10倍のスピードアップを実現。

