

宇宙惑星科学 配布資料 2018/11/6

牧野淳一郎

惑星学専攻

グローバルなスパイラルモード



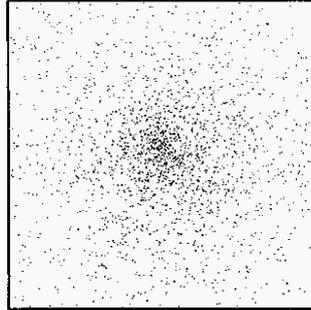
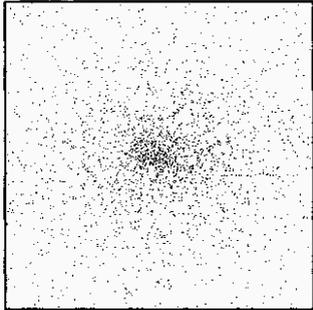
M101 銀河。スピッツァー衛星
での赤外線画像

実際の銀河では、全く
tight-winding も局所近似
も成り立たないような大き
なスケールでのスパイラル
構造が見つかっている。
中間赤外で見える低温のガ
スは複雑な構造をもつ
大きなスケールでのスパイ
ラルアームがあるように見
える。

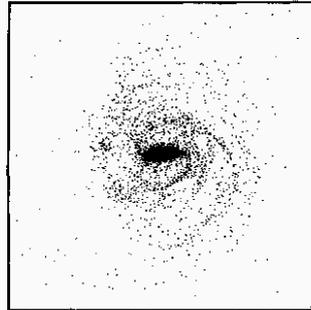
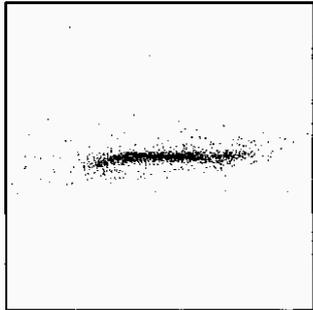
多くの銀河についてそういう構造があるように見える。

Katz and Gunn 1992

dark particles



gas particles



- ダークマター+ガス+星
- 1万粒子くらい、Cray YMP で1000時間くらいの計算
- 1粒子の質量: 1000万 太陽質量くらい

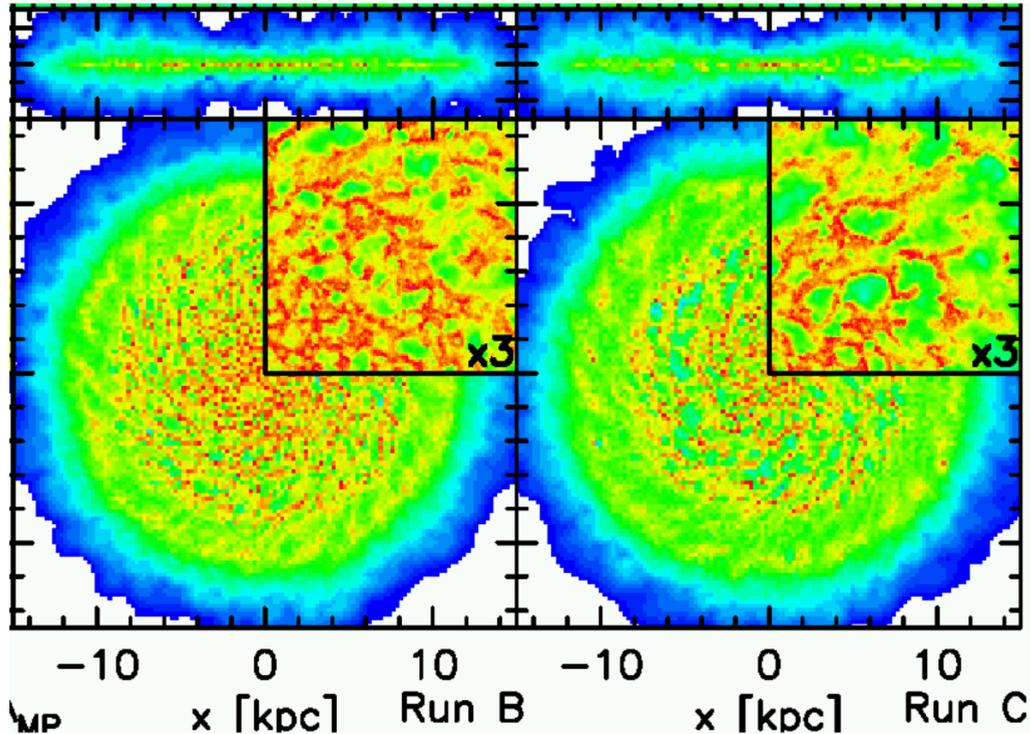
Saitoh et al. 2005



animation

- ダークマター+ガス+星
- 200万粒子、GRAPE-5
で1年(!) くらいの計算
- 1粒子の質量: 1万 太陽
質量くらい

Saitoh et al. 2007

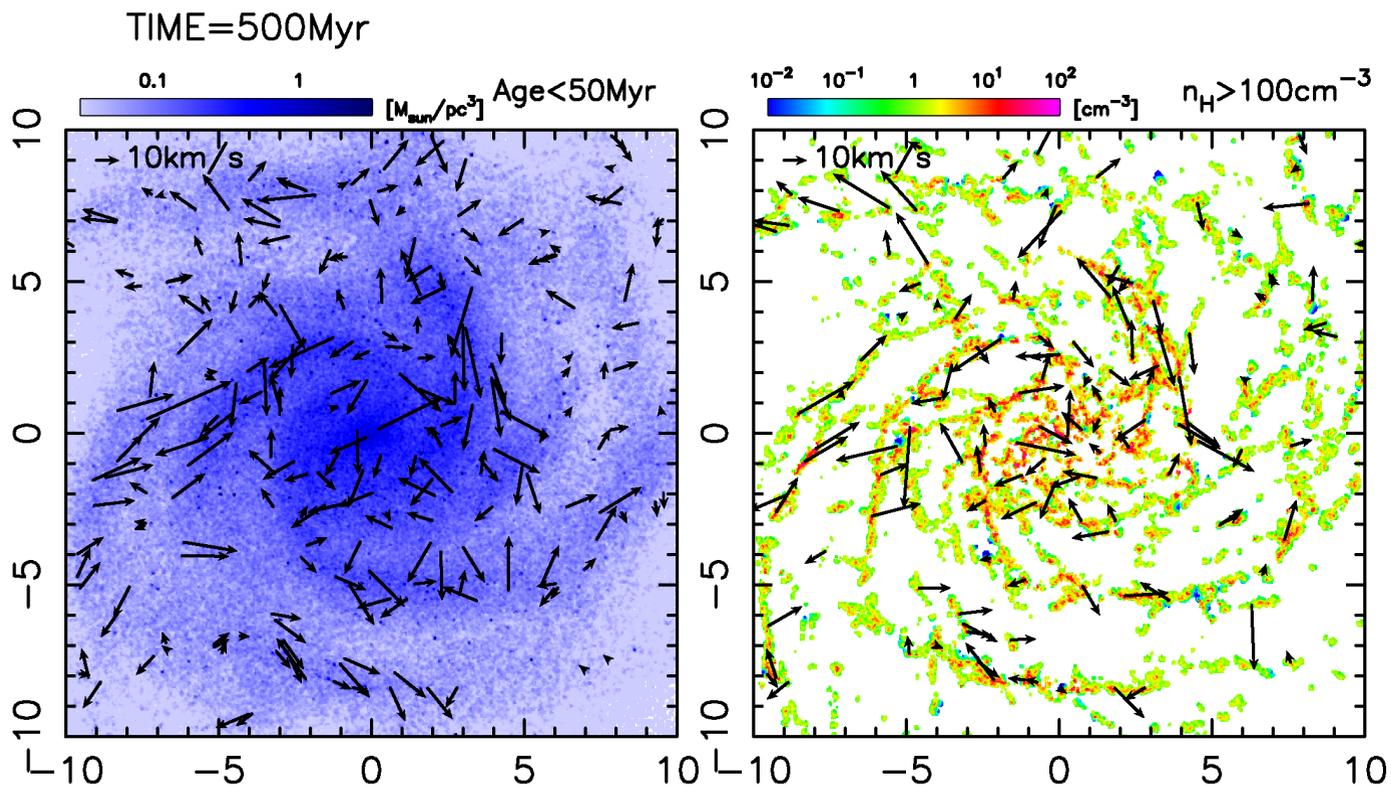


星形成のタイムスケールを 15 倍くらい変えてみたが、あんまり大きくは結果が変わらなかった

分解能が低い計算では、星形成のタイムスケールを 15 倍小さくしたら銀河が爆発してしまう。

銀河円盤

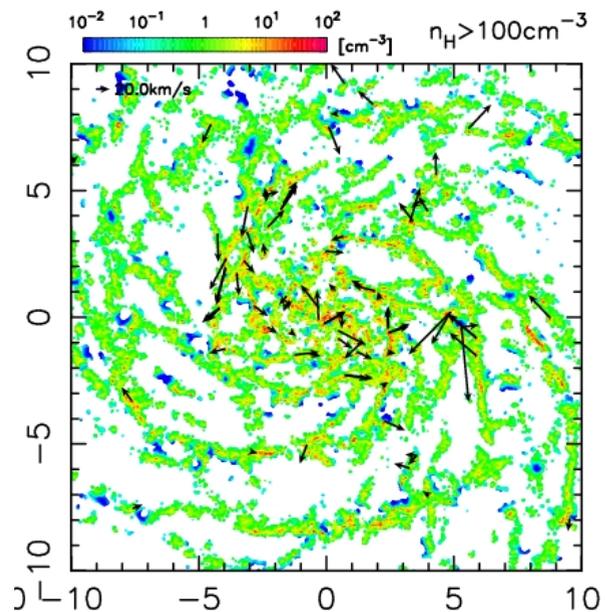
渦巻構造と、円運動からのずれ animation (Baba et al 2009) 1 2



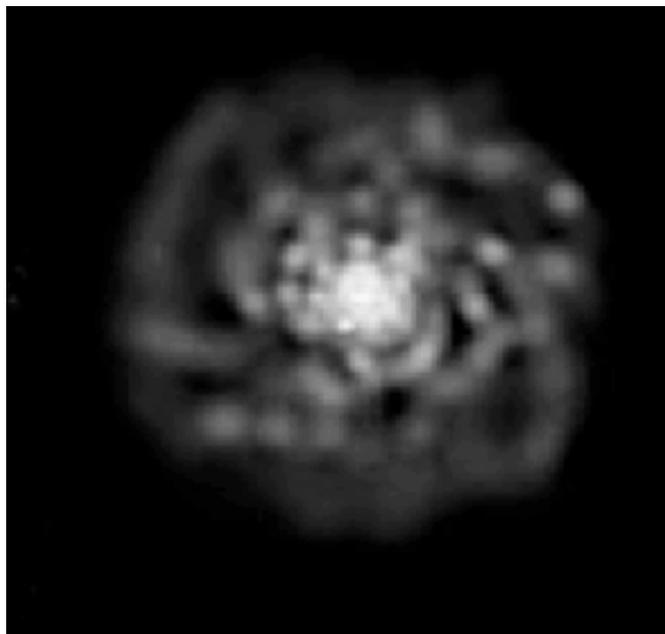
星の分布

冷たいガスの分布

高分解能モデルと観測

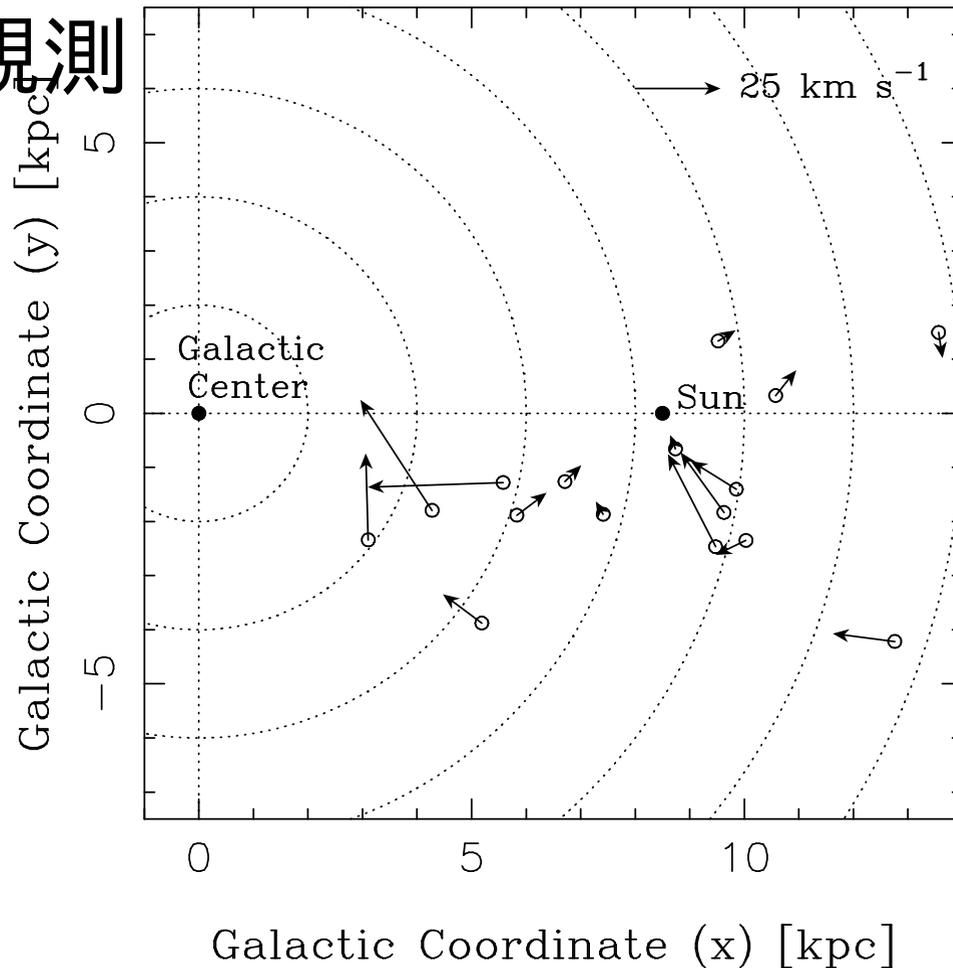


低分解能モデルと観測



電波干渉計による観測

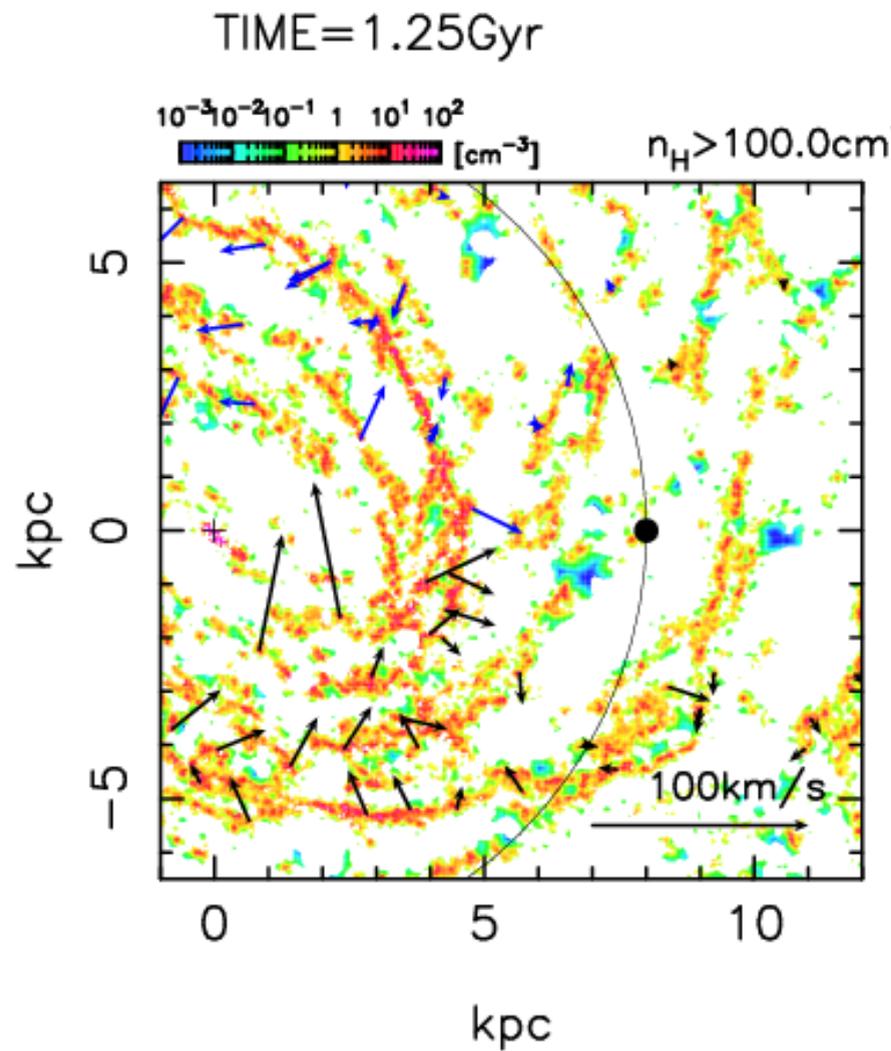
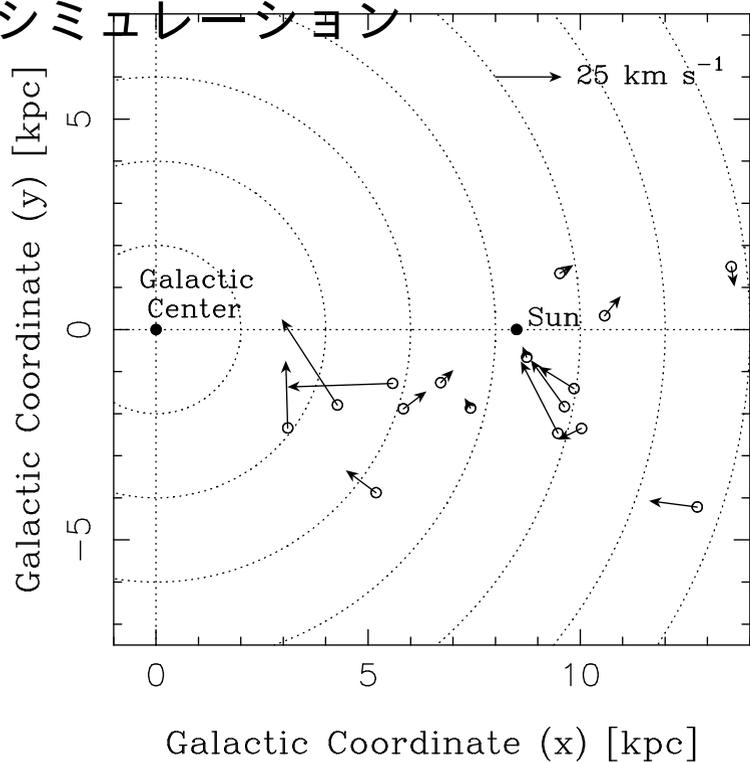
- 2006: Xu et al, Science 311, 54
- Nov 2008: Burst of results from VLBA
- Several data from VERA



(Compiled by Dr. Asaki)

比較

観測とシミュレーション

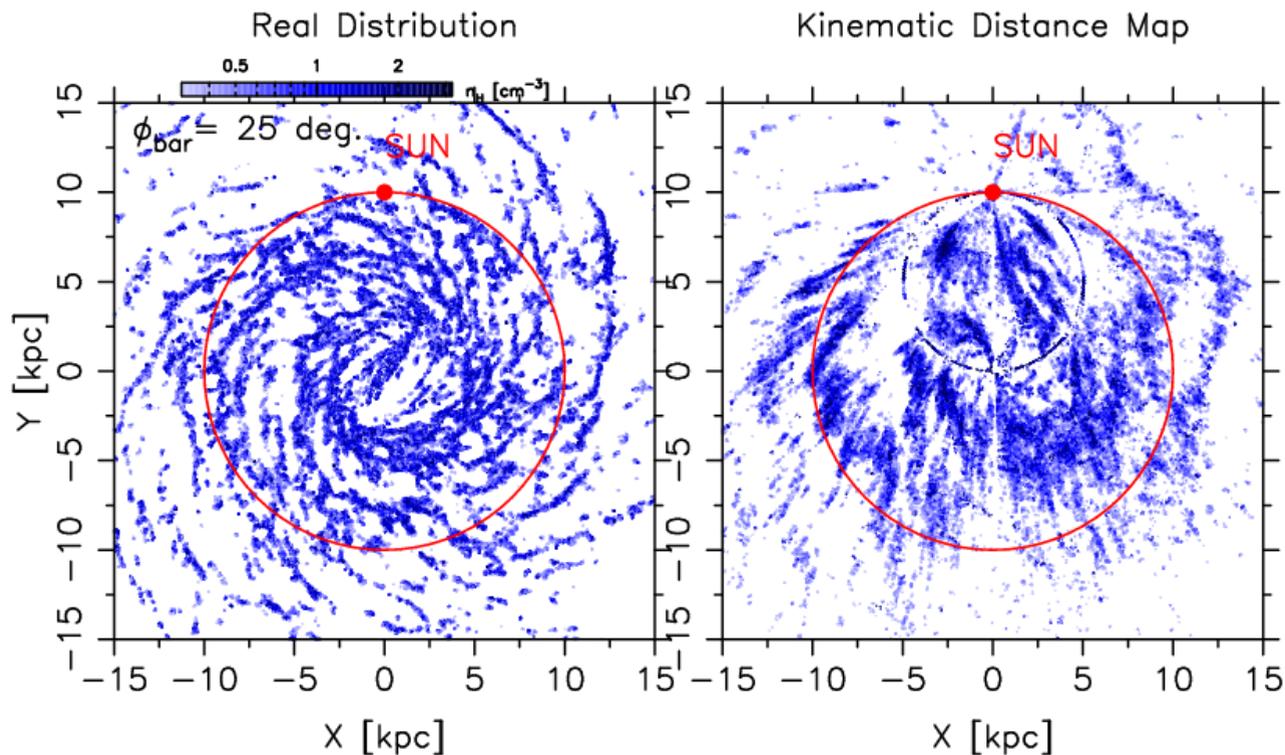


似ているような気が？

運動学的距離

TIME=2.00Gyr GAS ($T=10^{1.5}-10^{2.5}K$ $n_H=10^{-0.5}-10^{0.5}cm^{-3}$)

SUN : Pos=(0.0,10.0)[kpc] Vel=(169.5,0.0)[km/s]

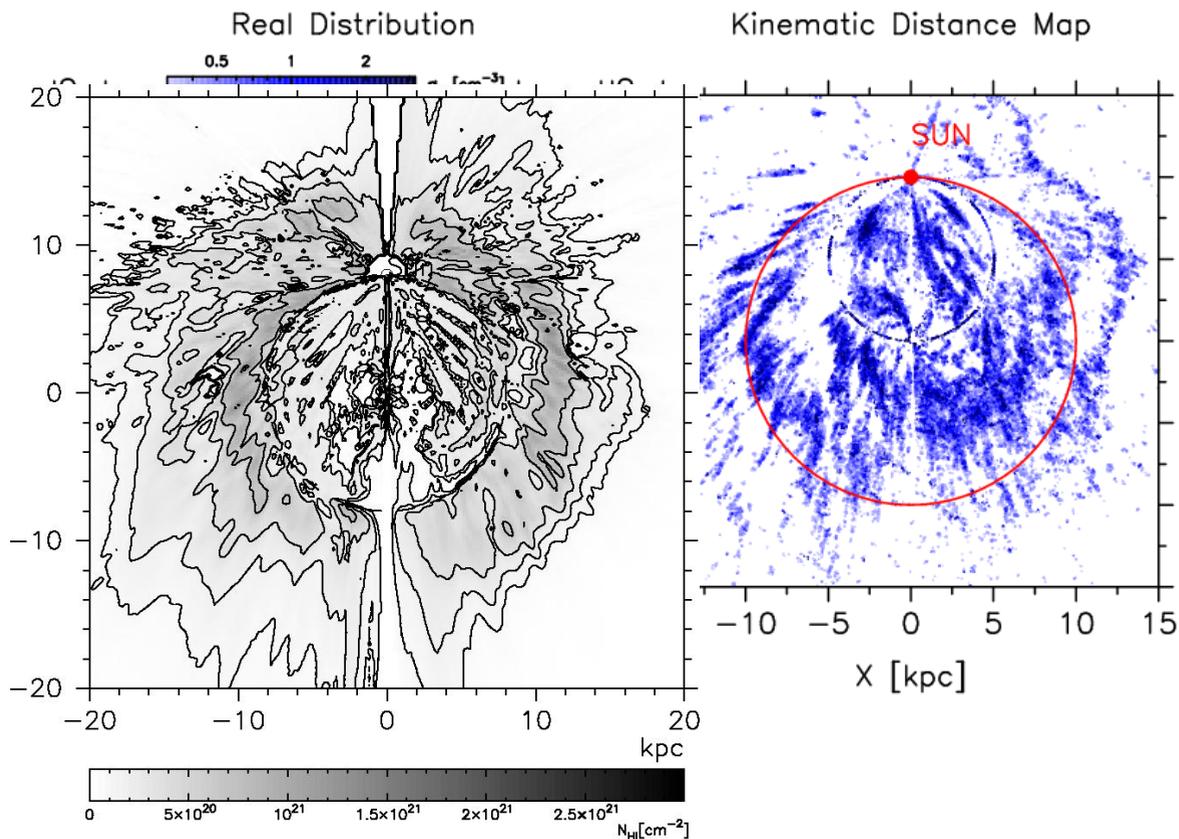


「円運動をしている」と仮定すると、速度の観測から距離が求まる
シミュレーション結果を観測すると、、、、

運動学的距離

TIME=2.00Gyr GAS ($T=10^{1.5}-10^{2.5}\text{K}$ $n_{\text{H}}=10^{-0.5}-10^{0.5}\text{cm}^{-3}$)

SUN : Pos=(0.0,10.0)[kpc] Vel=(169.5,0.0)[km/s]

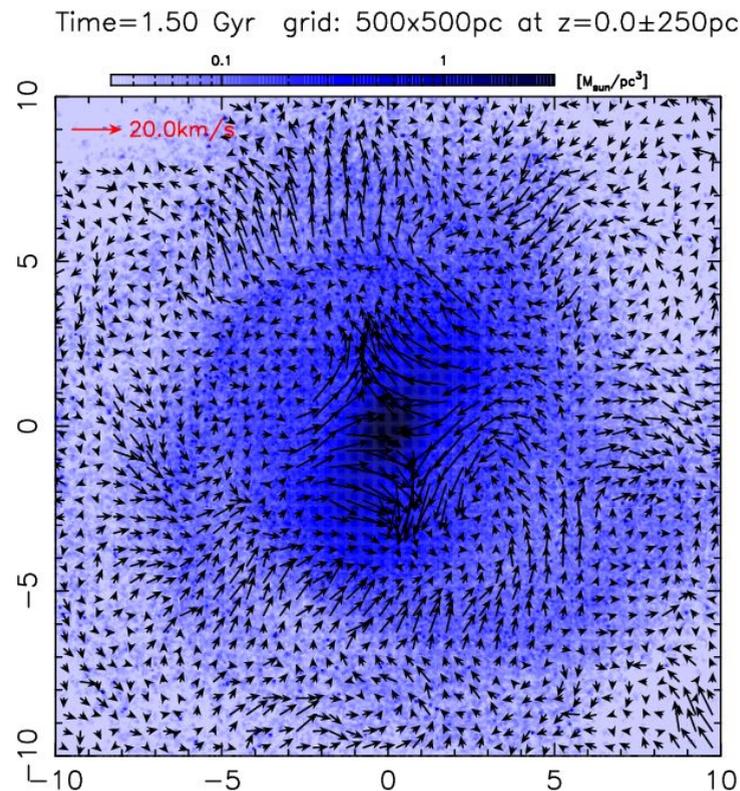


観測 (左) とシミュレーション (右) を比較すると、同じような構造

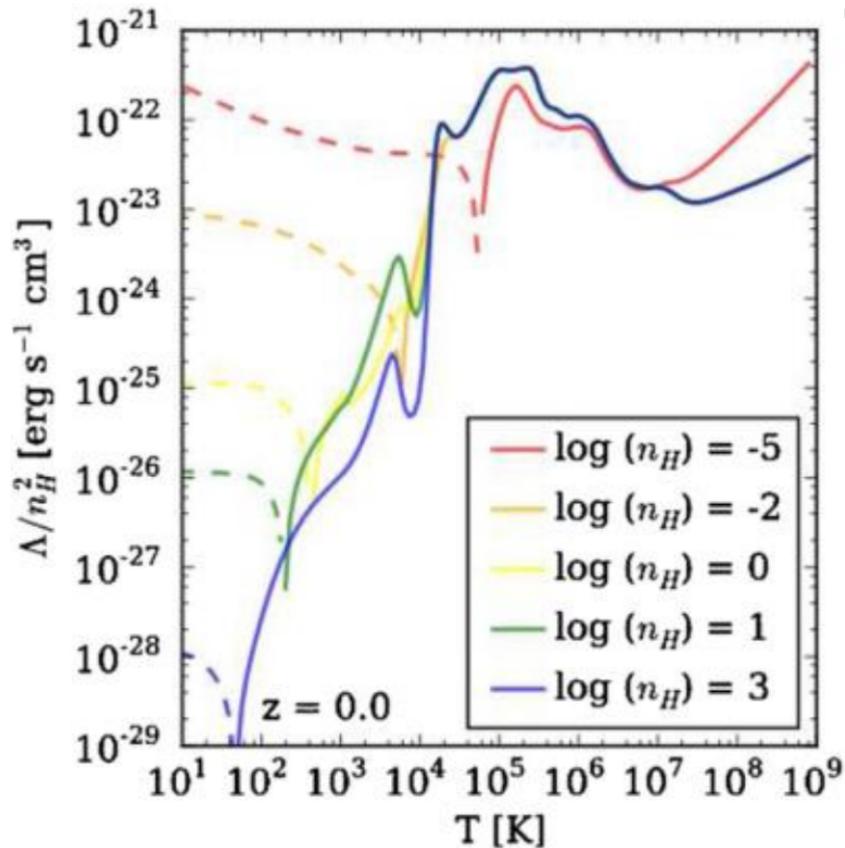
星のスパイラルの運動

星の運動の円運動からのずれ

- スパイラルアームは実体、密度波ではない
 - 古い星の平均の円運動からのずれも結構大きい
 - キロパーセクスケールの構造がある



ガスの冷え方



Kim et al. 2014(AGORA)

(破線は加熱。紫外線バックグラウンドによる)

密度が低い (0.01 個/cc とか以下) ガスは 10^4 K から冷えない

密度が高くなると平衡温度は下がる。但し、冷却率は 10^4 K 以下では小さい