# The Magellanic Stream at 20 kpc: A New Orbital History for the Magellanic Clouds

GAゼミ 2021.11.09 鈴木善久

S. Lucchini et al. (2021) arXiv : https://arxiv.org/abs/2110.11355

## アブスト

Magellanic Stream (以下MS) の過去の正確な軌道運動を知るためには、動圧などの流体力学的効果をきちんと考慮する必要がある。本研究ではMWとマゼラン雲のコロナガスおよびMWのDM haloを考慮してMSの軌道運動に関するシミュレーションを行った。今までのfirst-infall シナリオに基づくシミュレーションではMSが太陽から100-200kpc 離れたところに存在すると予言されていたのに対して、今回の研究では**first-infallの軌道が従来と異なる**ため最も近いものでは約20kpc に存在していることが示唆された。この結果は、MSの大部分で観測されているHα emissionを説明できる可能性がある。

## ゴール

Magellanic streamの詳細な軌道の時間発展を探る

## オリジナリティ

MWとマゼラン雲のコロナガスを考慮したMSの形成シミュレーションを行ったこと

## ロジック

### ▸ シミュレーション

**Code :** GIZMOを使用 (各流体要素を追跡し、ケルビン - ヘルムホルツ不安定性やshockを捉えられる)。

**仮定:** ① HI streamの起源はLMCとSMCのdisk ② warm 電離ガスの起源はMagellanic コロナガス

**構成:** 銀河はDM halo (Hernquist profile) 内に恒星とガスでつくられたexponential diskを持っているとする。
LMCとMWの周りにはコロナガス(~2.4×$10^5$ K) が存在しているとする (MW外縁部の多相構造は考慮しない)。

**軌道の選択:** MW, LMC, SMCの現在の位置・速度をもとに、時間を遡って解析的に軌道を積分(1458 通り)
➡ LMCとSMC間で複数の相互作用があるもののみを残して10通りの軌道をsampling した後、
N体流体力学シミュレーションを実行した結果、その内の1通りが現在の運動学的特徴を再現。

### ▸ 結果

Fig.1 (裏) **過去のLMCとSMCの軌道** : 現在から3.5Gyr前までに2度の相互作用 (1.4Gyr, 295Myr)を経験。
それ以上前の相互作用(~7Gyr前)で剥ぎ取られたガスは現在のMSには影響しないほど遠くにある。

Fig.2 (裏) **Magellanic streamの3D model :** Fig.1を3次元で表現したもの。

Fig.3 (裏) **今回のシミュレーションで得られたMagellanic Streamの特徴 :**
(上) LMCとSMCのdiskを起源とする中性ガス分布 (下) Streamに沿ったLSRの速度勾配
➡観測結果に比べて、streamはやや長く空間的にもややずれているが、観測の特徴をよく再現している。
一方で、leading armのガスはこのシミュレーションでも再現できていない( 別の起源か? )。

Fig.4 **従来の軌道計算と今回の軌道計算の違い :**
MSは、LMCの周りをSMCが**反時計回り**に運動している間に剥がされたものが起源で、
その後 MWのCGMの動圧と摩擦力により現在の位置に押し込まれた( 太陽からの距離 ~ 20kpc )。

### ▸ 結論

MWとLMCのコロナガスを考慮してMSの軌道計算を行った結果、SMCの軌道が従来の結果と異なるため、
MSの一部が太陽から~20kpcの位置に存在することが示唆された。この距離では、MWのUVの放射の影響を大きく受けるために、MSの大部分からHα emissionが観測されているのではないかと考えられる。

## コメント

この結果はLMCとSMCのsatelliteの運動学的特徴などと一致するのかどうかを検証する必要があると思う。

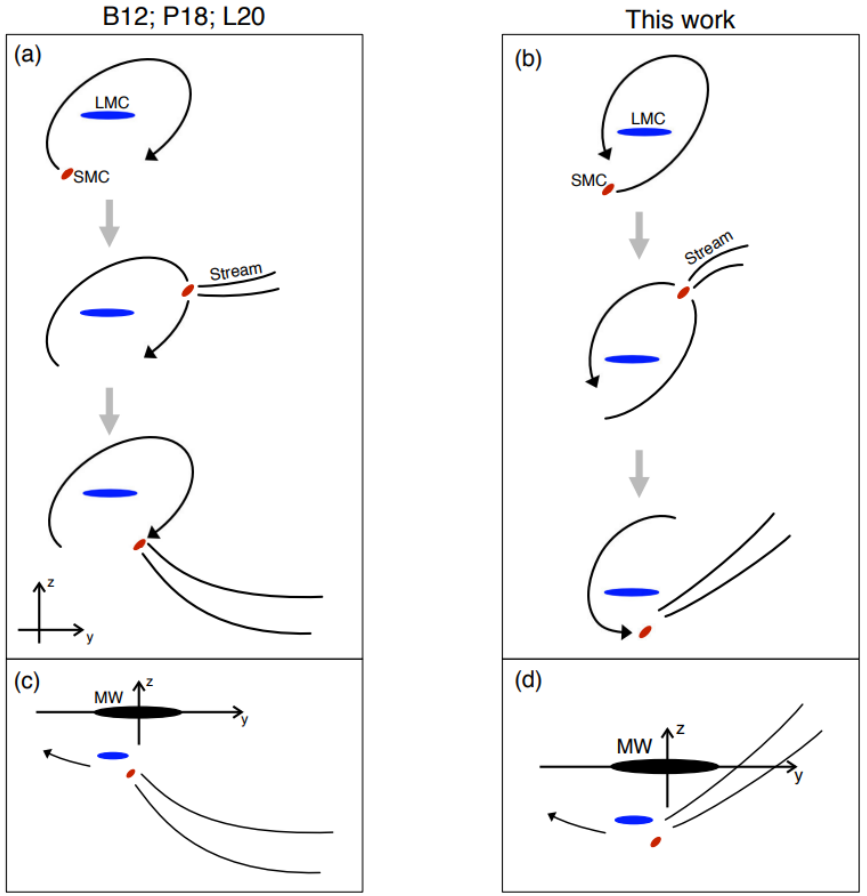



Fig.4

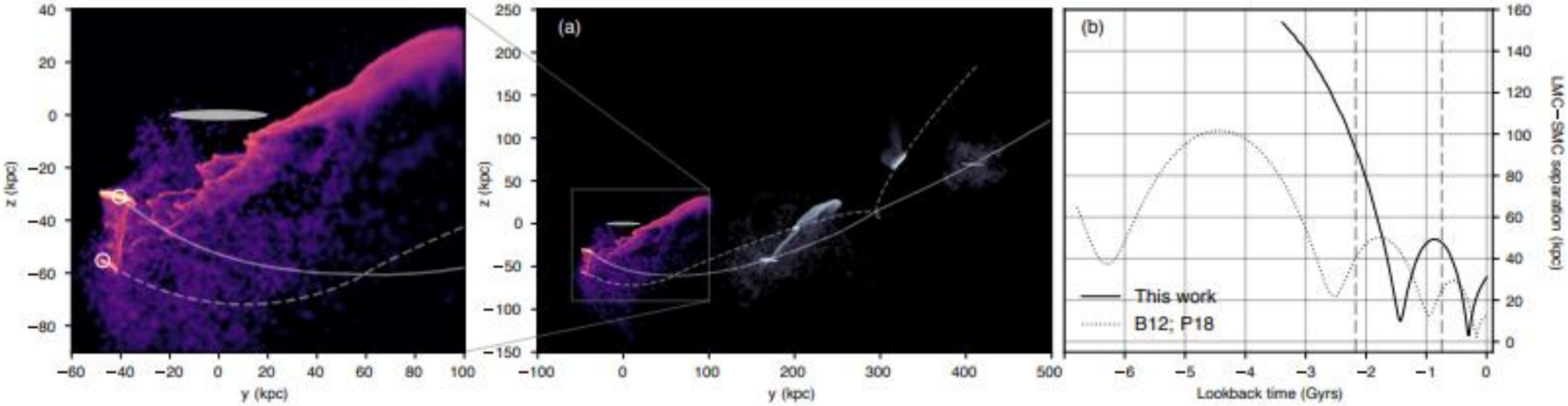



Fig.1 過去のLMCとSMCの軌道 (2D)

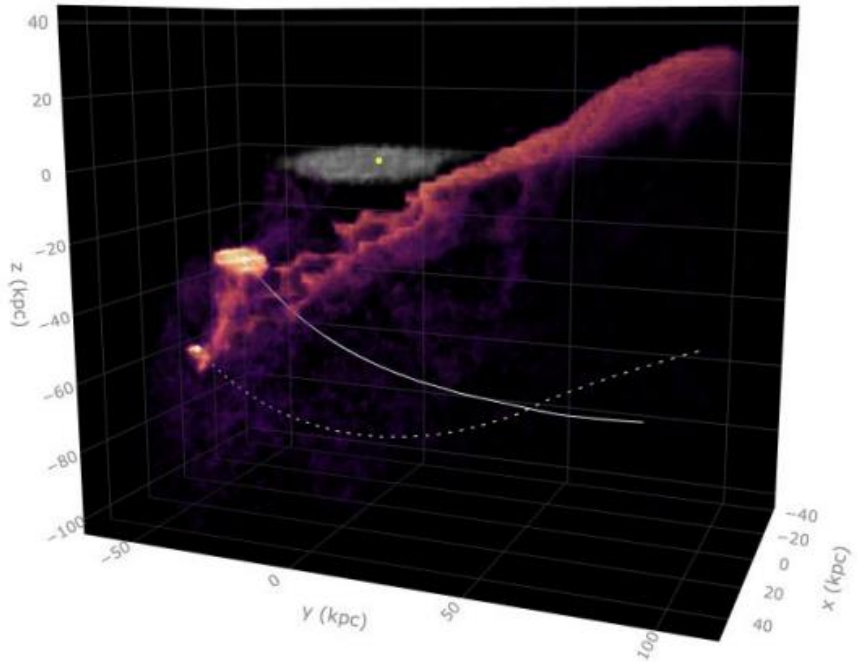



Fig.2 過去のLMCとSMCの軌道 (3D)

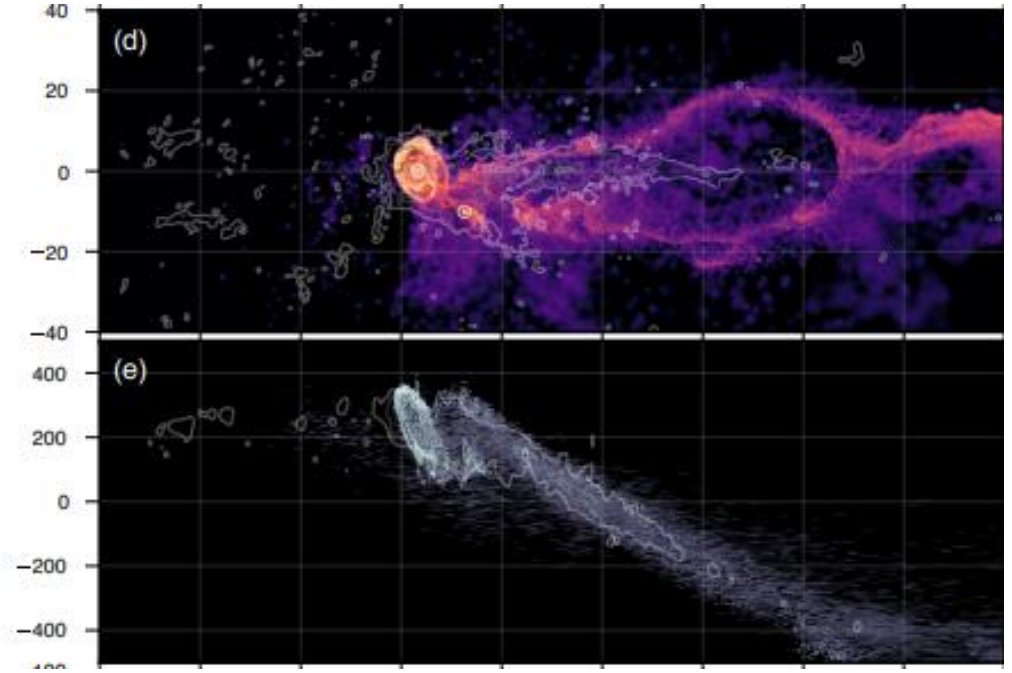



Fig.3 今回のシミュレーションで得られたMSの特徴