“The origin of exponential star-forming disks

Enci Wang and Simon Lilly MNRAS 2022

GA@250722 T. Tsukui

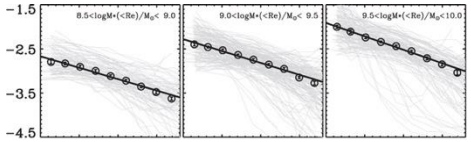


Fig.1: 観測で見られる星形成率の exponential radial プロファイル

【Abstract】
円盤銀河の半径プロファイルはexponentialでよく近似できる。これを説明するいくつかのメカニズムが提案されているがよく分かっていない。著者たちは、AGN accretion diskに用いられるモデルを改造して(連続の式と角運動量保存の式)、銀河円盤の星形成・ガスプロファイルと回転速度、ガスの円盤平面に沿った流入量(or トルク)を結びつける解析モデルを提案した。そのモデルから、exponential profileを作るための、ガスの流入速度や、トルクの半径プロファイルを導出し、そのプロファイルに近いトルクを生み出す磁場のモデルに着目し議論を行った。

【Goal】 なぜ、星形成、ガスのプロファイルはexponentialなのか、加えて円盤半径を決定する物理量は何か。

【Method・ Main Results 】
- 連続の式と角運動量輸送の式を、各半径での星形成・アウトフローによるガスの消失、ガスinflowによる質量と角運動量の輸送を含めて解くと、定常的にexponential diskを作り出すためのガスinflow速度(Fig.2)、あるいはトルクの半径プロファイル(Fig.3)が得られる。これは磁場によるトルクプロファイルに近い。
- 磁場のトルクプロファイルを用いた動的モデルの作成(Fig.4, Eq.1) 、半径一定プロファイルからの円盤進化、定常状態としてexponentialに近づくことを確かめた。

Fig.2: Exponentialが成り立つためのガス流入速度profile。

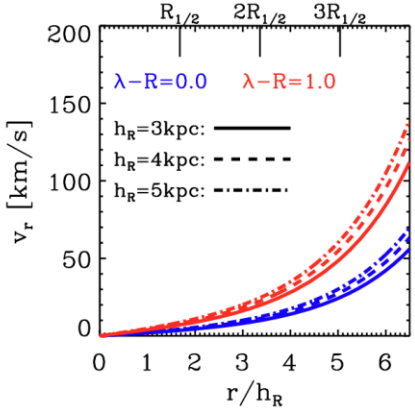
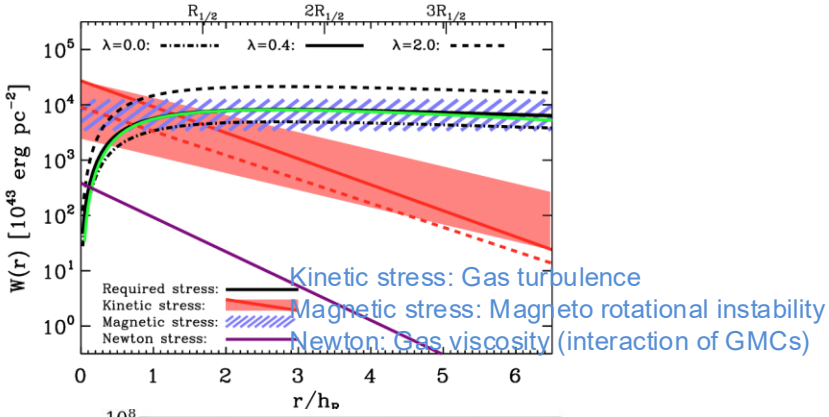
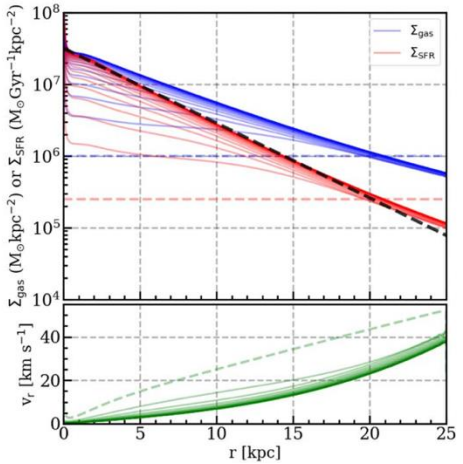


Fig.3: Exponentialが成り立つためのトルクのプロファイル。



Kinetic stress: Gas turbulence
Magnetic stress: Magneto rotational instability
Newton: Gas viscosity (interaction of GMCs)

Fig.4:動的モデル、1Gyrで exponential(黒--線)に収束



Eq 1:動的モデルで定常解を可能にする feedback loop. Σ_{SFR}がsteepだと分母が小さくなりガス流入を下げ、Σ_{SFR}がflatになる。

$$W(\text{磁場によるトルク}) \propto \mathrm{B} \propto \Sigma_{SFR}$$

ガス流入量

$$\Phi = \frac{\partial(2\pi r^2 W)/\partial r}{\partial(\Omega r^2)/\partial r}.$$

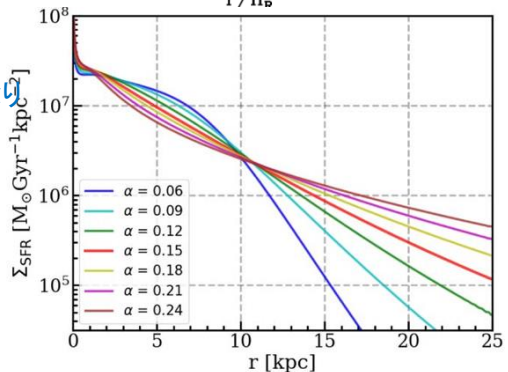


Fig.4:実際のところ、exponentialを再現するのはalpha=0.15の時、観測はこの周りでstd 0.06くらいのばらつきがある。

$$B_{\mathrm{tot}}(r) = X \cdot (\Sigma_{\mathrm{SFR}}/\Sigma_{\mathrm{SFR,zp}})^{\alpha}$$

【Comments】 新たな観測で得られる物理量と、予測された値の比較を通じて簡単な物理的議論ができそうな便利なモデル。