

1. イントロ

$$\xi(m) = \frac{dN}{dm} \quad \xi \log(m) = \frac{dN}{d \log m} = (\ln 10)m\xi(m)$$

$\xi(m) \propto m^{-\alpha}$ $\alpha \doteq 2.35$ ($m > 1M_{\odot}$) は大体合意。

低質量側は未決定。

2. 質量—等級 関係 (MMR)

$$\frac{dN}{dm}(m) = \left[\frac{dN}{dM_{\lambda}(m)} \right] \times \left[\frac{dm}{dM_{\lambda}(m)} \right]^{-1}$$

N=星の数、m=質量、 M_{λ} =絶対等級

年齢効果: $m=0.1M_{\odot}$ の星が pre-m.s. 収縮から MS に移るに 0.7Gyr 必要。

それより若いと MS より明るい。10Gyr(銀河系)で数%?

メタル効果: ヒッパルコスによると、円盤星の90%は太陽の ± 0.2 dex のメタル量。

NIR では効果が弱いことが知られている。

したがって、NIR の LF から直接 MF を導くと、系内のメタル量の分布による広がりによる誤差を小さく出来る。

残念ながら、NIR の LF データが欠けている。

次節で使う K バンド LF は V バンド LF から色々なカラー—カラー関係を使って作ったもので、変換誤差が大きい。

厚い円盤 [M/H]=-0.5、スケール高さ=0.7kpc、太陽近傍で5%、は近傍サンプルへの影響は小さい。

3. 銀河系円盤の M 矮星光度関数

近傍LF: 視差距離使用 $M_v < 9.5$ に対し $d < 20$ pc、暗いと数pc

サンプル数が小 $\rightarrow M, > 12$ で LF が怪しい。一方連星の識別が確実なことが利点。

円盤LF: 測光距離使用 $d < 100-200$ pc マルキストバイアスが大きいのが問題。連星の混入。

比較 $M_v > 12$ での差の原因は、測光LFのマルキストバイアスと連星が原因。

Φ near ヒッパルコス $M_v < 12$ $d < 10$ pc で完全。

地上観測 $M_v > 12$ $d < 5.2$ pc で完全。 Kroupa 2001

Φ 8pc Cat. Nearby Stars (Gliese, Jahreiss 1991) $d < 8$ pc で完全 Reid, Gizis 1997

大部分は視差距離。暗いK, M矮星はTiO指数— M_v (TiO)関係利用

最近ヒッパルコスで改訂された。北天 $d < 8$ pc, $M_v < 14$ で完全。

35%=多重星 45%=伴星がある。

Φ hst $I < 24$ 測光 $\rightarrow M > 0.1M_{\odot}$ は厚い円盤の端まで見える。 \rightarrow マルキストバイアス効かない

測光距離=色等級関係利用。メタル量必要。Φ hstは厚い円盤星(低メタル)が多数

HSTが連星を識別しないので、Φ system になる。

二つの差 連星はΦ near とΦ hstの差の幾分かを説明する。しかし、 $M_v > 14$ でまだ2倍違う。原因は?

Chabrier, Baraffe 2000 の図15にΦ 5.2pc, Φ 8pc, Φ hstの違いが図示されている。

Φ hst: $M_v = 12$ ($M_I = 10$) でピーク、その後急に低下。

Φ 5. 2pc、Φ 8pc : ピークは同じ。Mv=15まで平坦。つまり、Mv=12-15に多数の星。

Mv<15で似る。Mv>15で差の原因はΦ 8pcの不完全さ。

Φ k Reid. Gizist 2001 (V-I)-(V-K)関係、BCI-(V-I)関係、Mk-Mv関係利用で、直接でない。

4. 質量関数

光度関数Φ からMMRを使って求めた質量関数ξ を図1に示す。

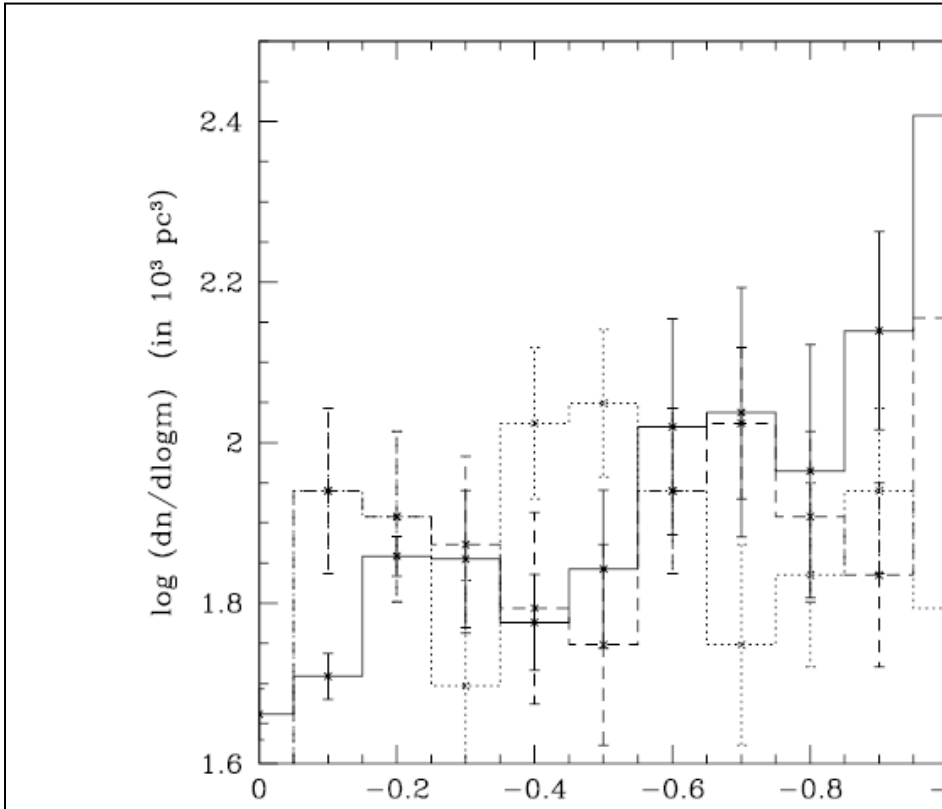


図1. 10^3pc^3 内の質量関数 $\log[\xi (\log m)]$

データは、

実線=Φ $V_{5.2\text{pc}}$

破線=Φ $V_{8\text{pc}}$

点線=Φ $K_{8\text{pc}}$

Φ $V_{5.2\text{pc}}$ とΦ $V_{8\text{pc}}$ は

$\log m = -0.8 (0.15 M_{\odot})$ までよく合っている。

$M=1M_{\odot}$ ビンでは

Φ $V_{8\text{pc}}$ がΦ $V_{5.2\text{pc}}$ より有意に高い。

一方、Φ $K_{8\text{pc}}$ はVで

求めた2つの質量関数より平らである。

4. 1. MMR の誤差の影響

4. 1. 1. 質量関数の形

$$\xi(m) = \frac{dn}{dm} = Am^{-\alpha}$$

1. べき乗型

$$\xi(\log m) = \frac{dn}{d \log m} = A \exp \left[-\frac{(\log m - \log m_0)^2}{2 \sigma^2} \right]$$

2. ログノーマル型

$$\xi(m) = \frac{dn}{dm} = Am^{-\alpha} \exp \left[-\left(\frac{m_0}{m} \right)^{\beta} \right]$$

3. 指数型

3. 指数型は低質量では2. ログノーマル型に、高質量 $m \gg m_0$ では、べき乗に似る。

以上3関数は、 $(dn/dm)_{0.8M_{\odot}} = 2.8 \pm 0.2 \times 10^{-2} M_{\odot}/\text{pc}^3$ と規格化されている。

単位がおかしい！

Continuity Constraint 意味がよくわからない！ が書いておくと、

$$t_p (\text{円盤年齢 } 10 \text{Gyr}) = t_{\text{ms}} \longrightarrow M_p = 0.8 - 0.9 M_{\odot}$$

$M < M_p$ の星は10Gyr(円盤年齢)以内ではMSに載ったままである。

—> ξ ($M=M_D$)=IMF を要求する。(でも、何のこと?)

! MS の質量関数を分解して、星形成史を再構成する。誰がやっているか?

$h(m, t)dm dt = dN(m, t)$ t =年齢の意味に使う。 $T(m)$ =MS 寿命

$h(m, t) = H(t)\Xi(m)$ と分解できると仮定する。 $\int \Xi(m) dm = 1 \text{ star/yr} (?)$

$\xi(m) = \int_0^{T(m)} h(m, t) dt = \Xi(m) \int_0^{T(m)} H(t) dt$ となるから、

$\eta(m) = \xi(m) / \Xi(m) = \int_0^{T(m)} H(t) dt$

$M > M_D$ で $\xi \propto m^{-2.7}$ は IMF のよい近似らしい (Scalo 1986)。 指数の不確定性は大きい。したがって、Continuity Constraint を満たすため、前頁の3つの ξ は $M > 1 M_\odot$ でそれに近い必要がある。よくわからない!

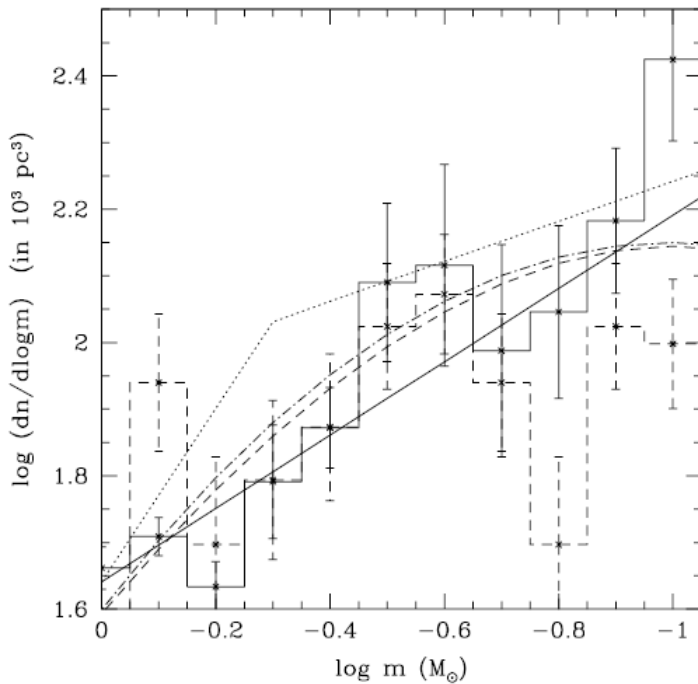


図3 近傍質量関数と3つのモデルとの比較

実線=べき乗型

1点鎖線=ログノーマル、

鎖線=指数関数。

$M = 0.8 M_\odot$ で規格化。

点線=Kroupa 2001 のモデル=べき乗のつなぎ合わせ。 $M = 1 M_\odot$ で実線と合わせている。

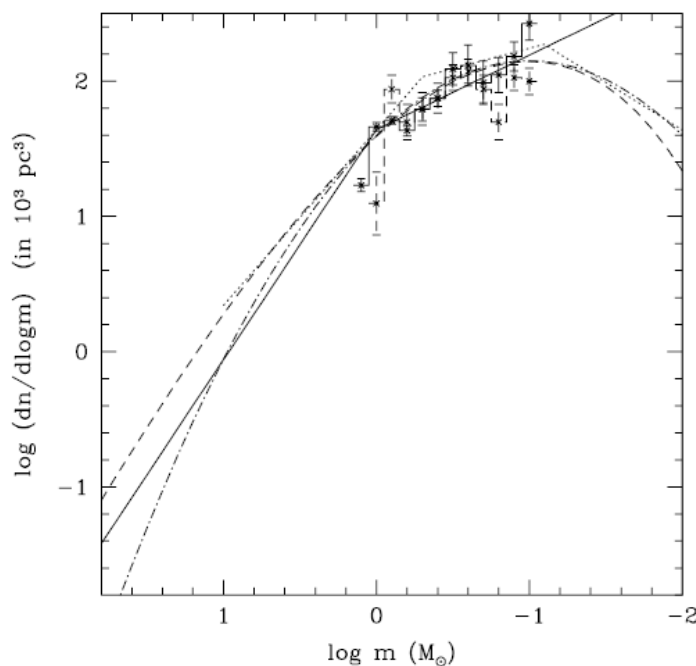


図4 図3と同じ。 $0.01 M_\odot < M < 60 M_\odot$

指数関数型が全体によく合っていると
かいてあるが、他とそう差があるようには
見えない。これは大質量ではべき乗に、
低質量ではログノーマルに似るのだそうだ。
これは、ダークハローIMF用に提案された。

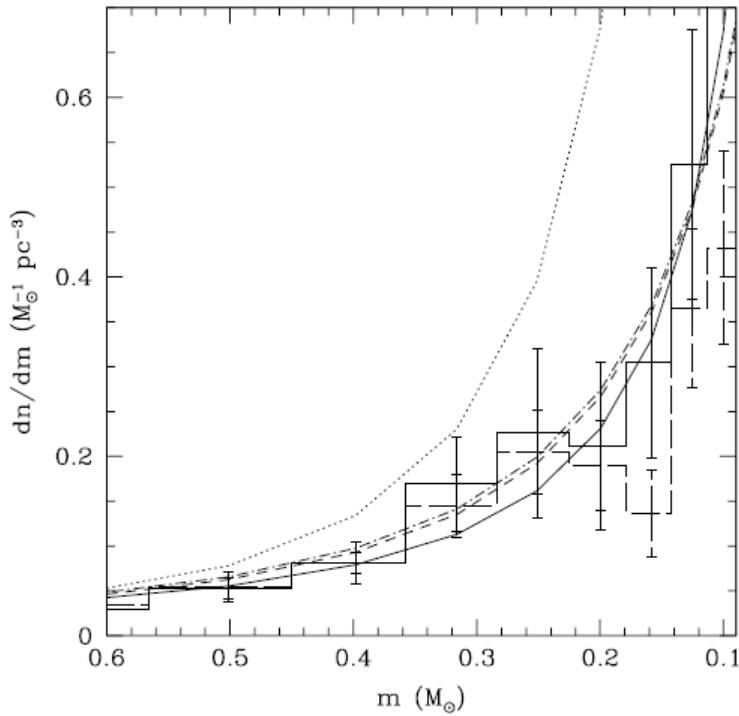


図5 前と同じ。リニアスケール。
 0. 1Mo<m<0. 6Mo
 点線はサルピーター関数
 M=0. 1Moでは6倍も違う。

	$\xi(m)$ (eq. [6], IMF1)	$\xi(\log m)$ (eq. [7], IMF2)	$\xi(m)$ (eq. [8], IMF3)
A	$0.019 M_{\odot}^{-1} \text{pc}^{-3}$	0.141pc^{-3}	$3.0 M_{\odot}^{-1} \text{pc}^{-3}$
α .....	...	...	3.3
$m \leq 1.0 M_{\odot}$	1.55	...	...
$m > 1.0 M_{\odot}$	2.70	...	...
$m_0 (M_{\odot})$ .....	...	0.1	716.4
β .....	...	...	0.25
σ .....	...	0.627	...
$\langle m \rangle (M_{\odot})$	0.44	0.45	0.55

表1 質量関数のパラメタ — ここに、

$$\langle m \rangle = \frac{\int_{m_{\text{inf}}}^{m_{\text{sup}}} \xi(m)m dm}{\int_{m_{\text{inf}}}^{m_{\text{sup}}} \xi(m)dm}$$

は平均質量。

5. 円盤マスバジェット

低質量星(LMS)の数密度 n_{LMS} と質量密度 ρ_{LMS} は、

$$n_{\text{LMS}} = \int_{0.07}^{1.0} \xi(m)dm = \int_{\log(0.07)}^{\log(1.0)} \xi(\log m) d \log m ,$$

$$\rho_{\text{LMS}} = \int_{0.07}^{1.0} \xi(m)m dm = \int_{\log(0.07)}^{\log(1.0)} \xi(\log m) m d \log m .$$

DISK PRESENT-DAY STELLAR DENSITY

	Scale Height (pc)	n_* (pc^{-3})	ρ_* ($M_\odot \text{pc}^{-3}$)	Σ_\odot ($M_\odot \text{pc}^{-2}$)
Thin disk:				
LMS ($\leq 1.0 M_\odot$).....	250	0.12 ± 0.02	$3.10 \pm 0.3 \times 10^{-2}$	15.5 ± 2
MS stars $> 1.0 M_\odot$	Scalo 1986	0.43×10^{-2}	0.6×10^{-2}	2.3
WD + NS + RG	250	0.7×10^{-2}	0.6×10^{-2}	2.8
All stars		0.13 ± 0.02	$4.30 \pm 0.3 \times 10^{-2}$	20.6 ± 2
Thick disk:				
All stars	760–1000		$\approx 0.22 \pm 0.02 \times 10^{-2}$	$\approx 3.2\text{--}4.3$
Total		0.13 ± 0.02	$4.50 \pm 0.3 \times 10^{-2}$	24.4 ± 2.5

足したのは、	10^{-3}pc^{-3}	$0.01 M_\odot 10^{-3}$
LMS	120	31
MS ($> 1 M_\odot$)	4.3	6
白色矮星	5.5	3.7
中性子星	1	1.4
赤色巨星	0.3	0.6
総計	130	45

6. 結論

視差LF——>LMSのMFをH燃焼限界(0.1 M_\odot)まで求めた。

VバンドでのLF(5.2pc)とLF(8pc)からのMFは0.15 M_\odot まで一致した。

KバンドLF——>MFはメタル量の影響が小さいので理想的だがデータがない。

KバンドLFの観測は非常に重要。——>LMC?

$M < 1 M_\odot$ でMFはサルピータMFに比べ平らになる。

$M < 0.5 M_\odot$ でもでも更に平らになるが、それでも上がり続ける。

以前示唆された(Scalo1986) $M = 0.3 M_\odot$ にピークを持つバイモーダル分布は否定された。

これらから円盤の星密度を出せた。