

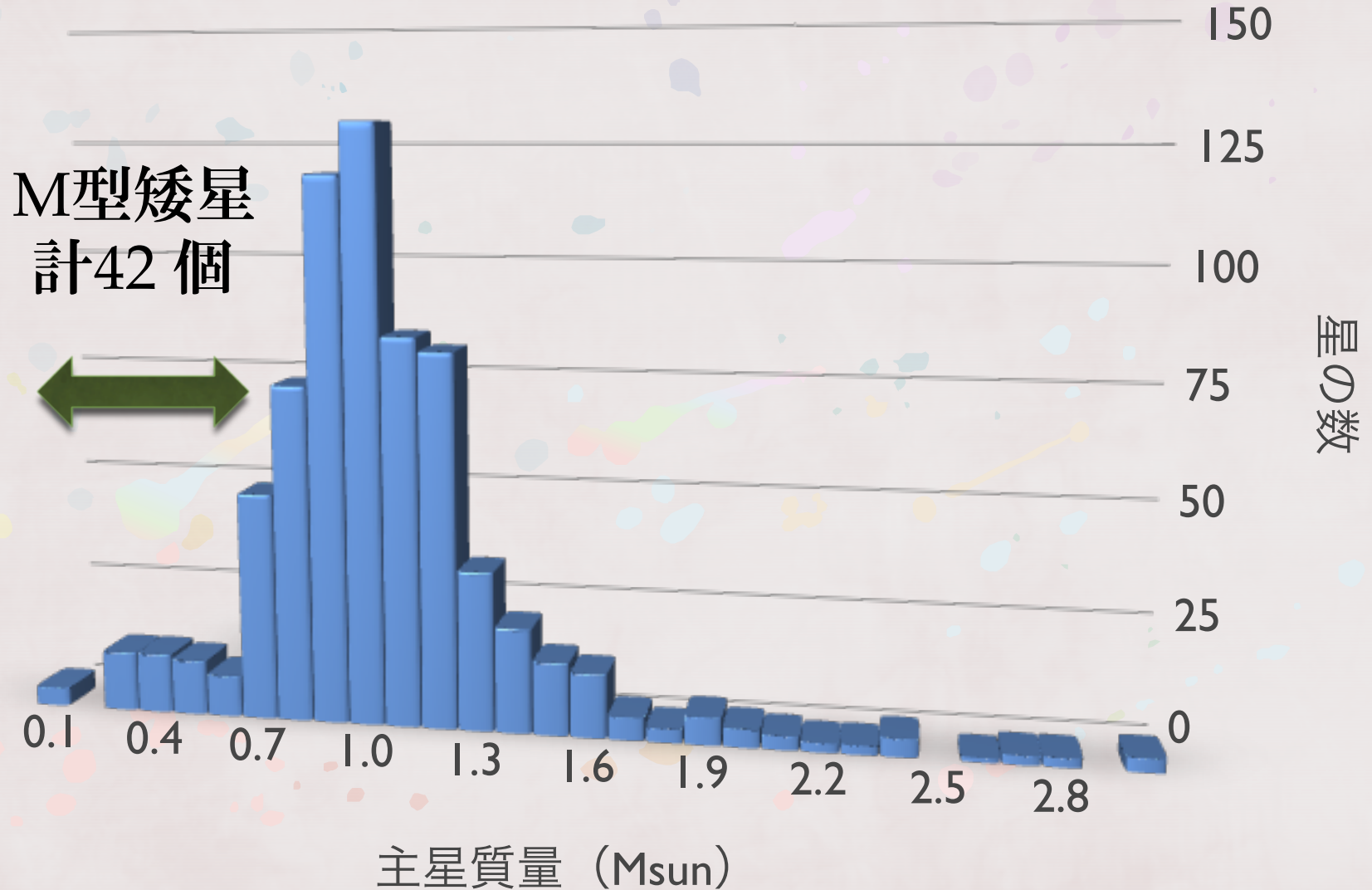
赤外ドップラー装置による M型矮星周りの惑星サーベイ

大宮 正士 (東工大)

目次

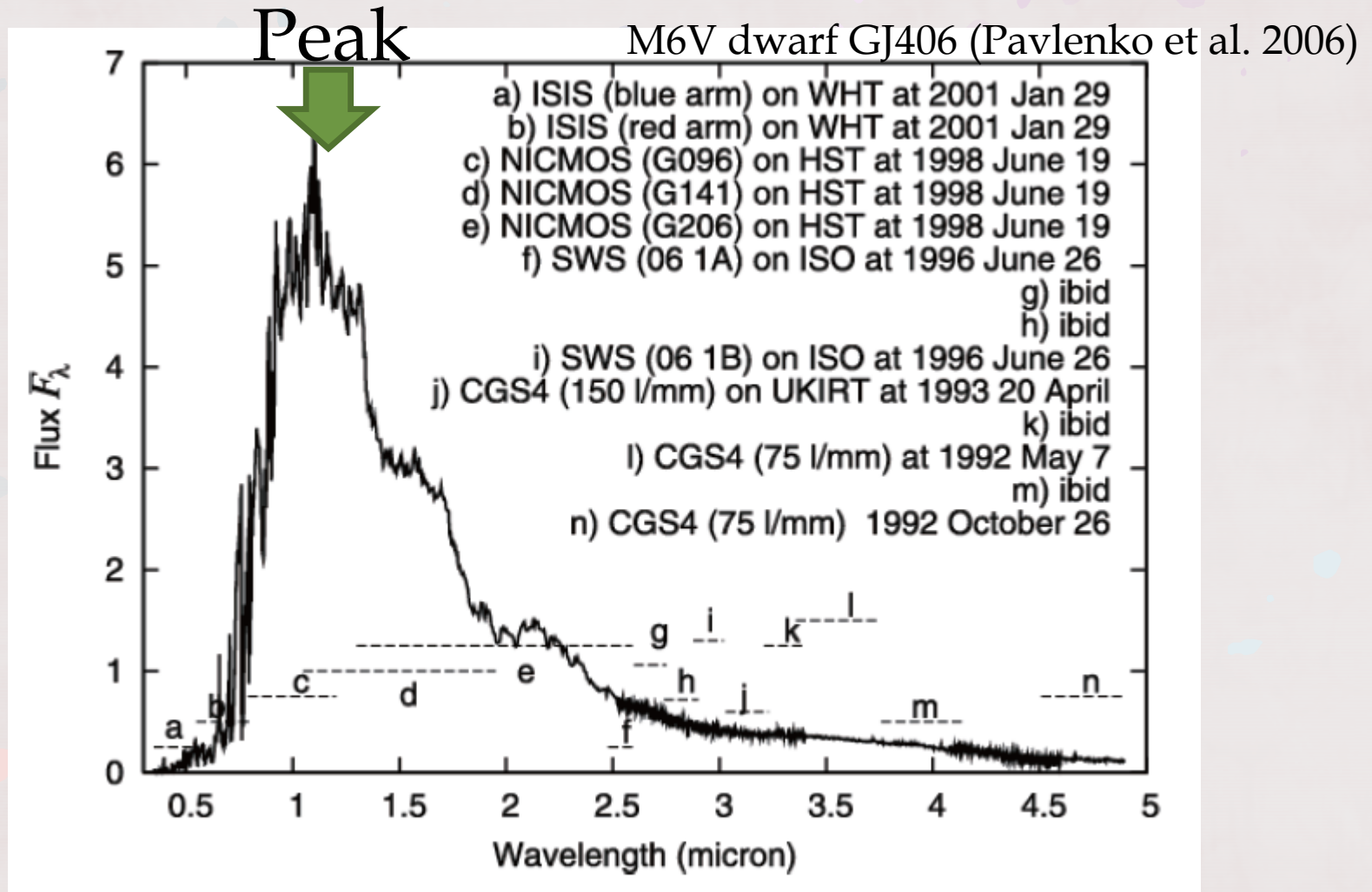
- イントロダクション
- 赤外ドップラー装置IRDでの惑星サーベイ
- 3.8m望遠鏡＋赤外ドップラー装置での惑星サーベイ
- まとめ

惑星を持つ星の質量分布



晩期M型矮星は、残された系外惑星フロンティアの一つ！

M型矮星のFlux

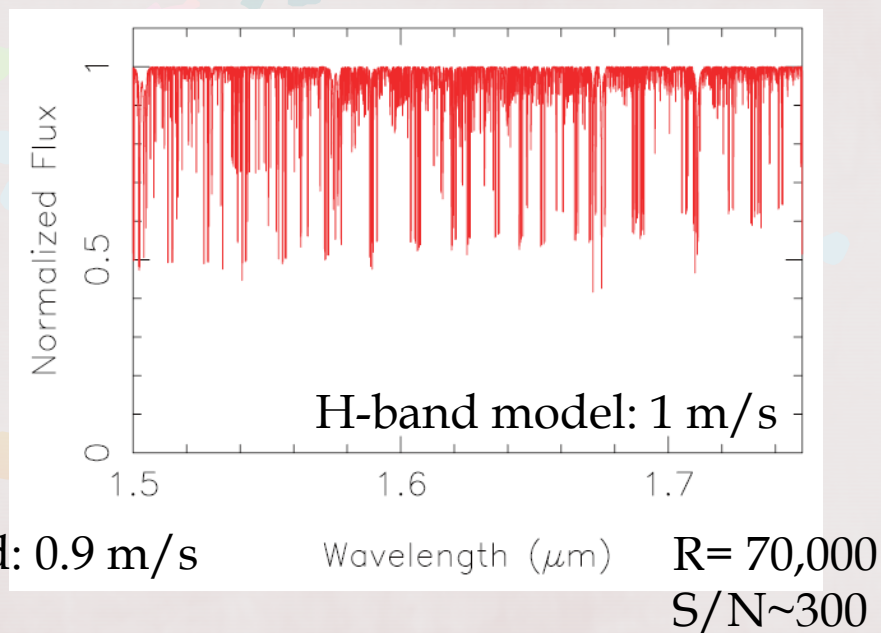
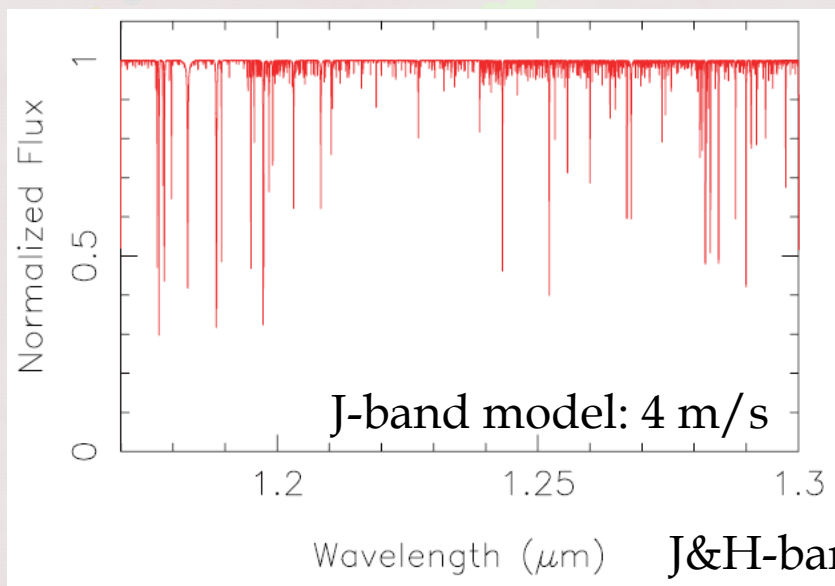


Fluxのピークが近赤外領域にあり、近赤外での観測が有効

期待される視線速度測定精度見積もり

● 視線速度測定の精度

- 吸収線の特徴とフォトン数で決まる
- 星スペクトルをもとに視線速度測定の精度を見積もると $\sim 1\text{m/s}$ が期待できる



近赤外の波長域のスペクトルで 1m/s 以下の精度が達成可能

ハビタブル惑星とスノーライン惑星

ハビタブルゾーン

生命居住可能領域：惑星表面に水が液体で存在できる領域

$$l_{in} = (l_{in\odot} - a_{in}T_{\star} - b_{in}T_{\star}^2) \left(\frac{L}{L_{\odot}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$l_{out} = (l_{out\odot} - a_{out}T_{\star} - b_{out}T_{\star}^2) \left(\frac{L}{L_{\odot}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

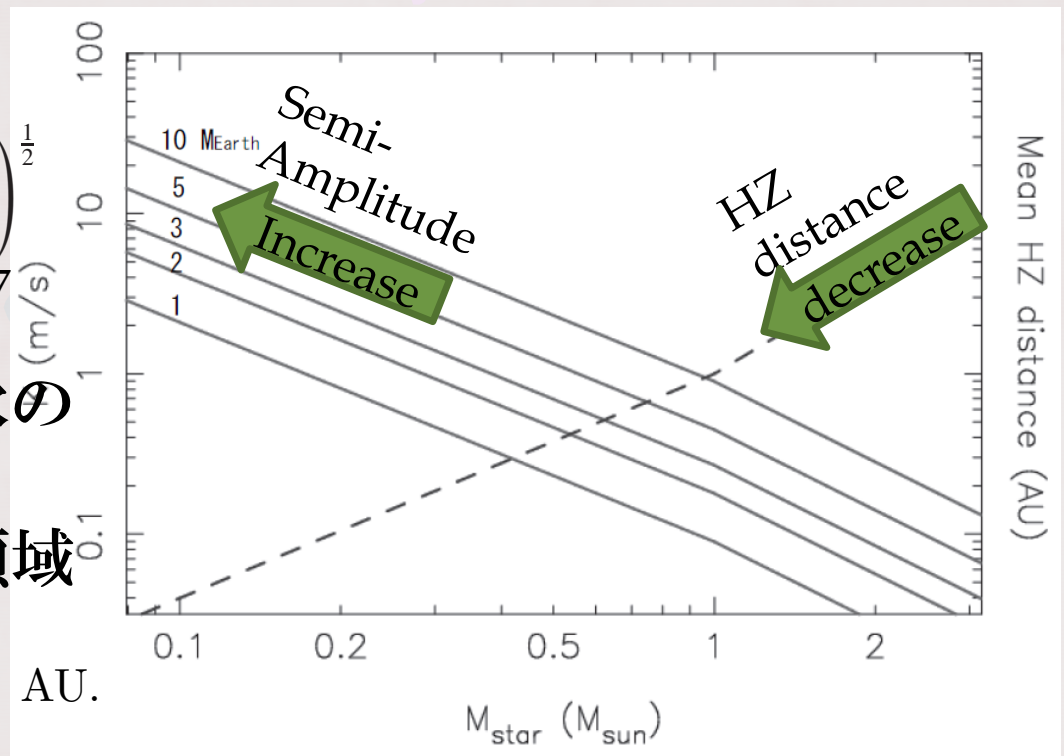
Selsis+2007

スノーライン

原始惑星系円盤内の水の
状態が変わるライン

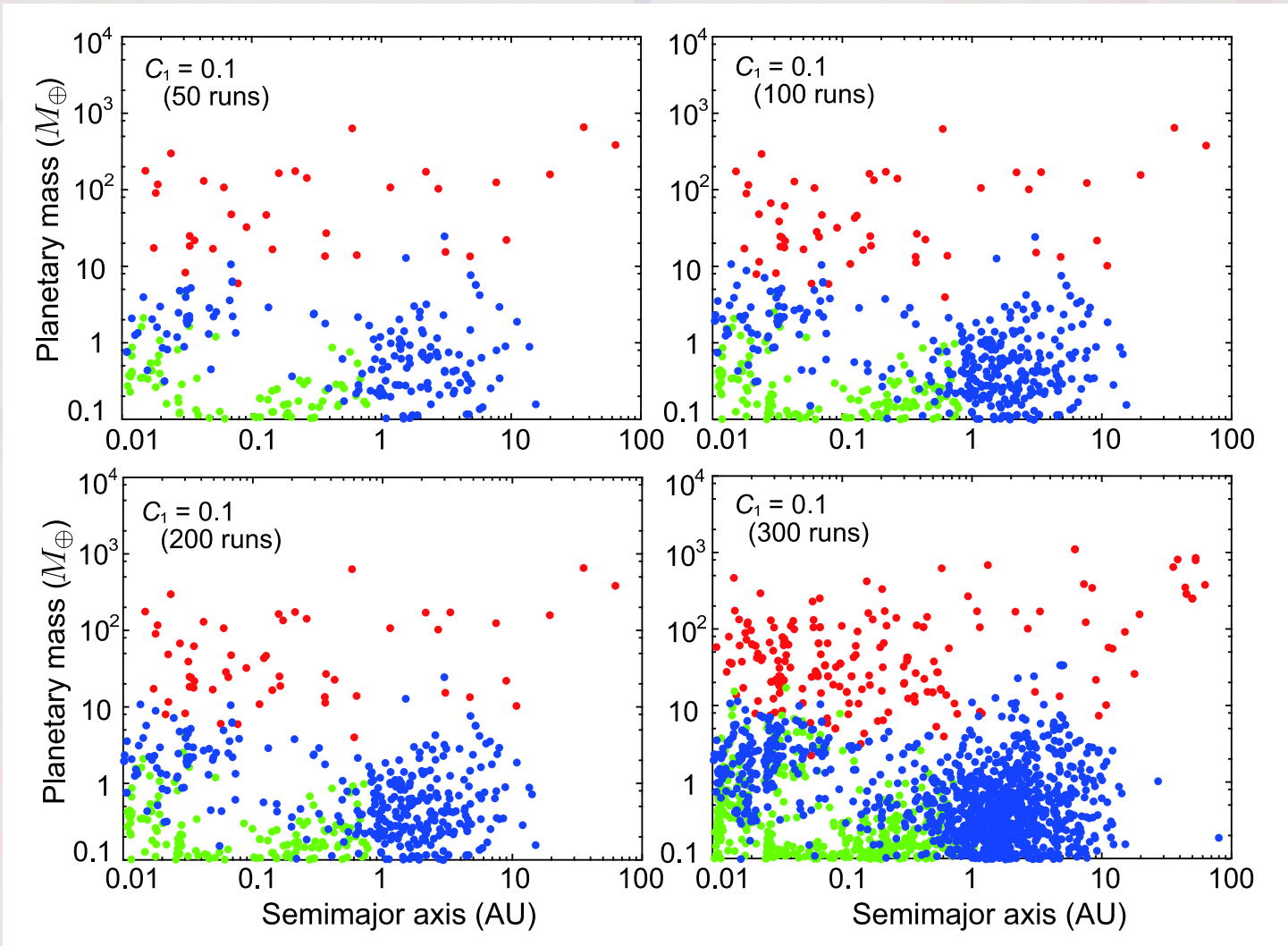
巨大惑星形成される領域

$$a_{snow} \simeq 2.7 \left(\frac{T_{ice}}{170K} \right)^{-2} \left(\frac{L_{\star}}{L_{\odot}} \right)^{1/2} \text{ AU.}$$



晩期M型矮星(0.1~0.2 M_{sun})だと、ハビタブルゾーンが<0.1AU
ハビタブル惑星は1~2m/sの視線速度変化ができる

目標：シミュレーションとの比較



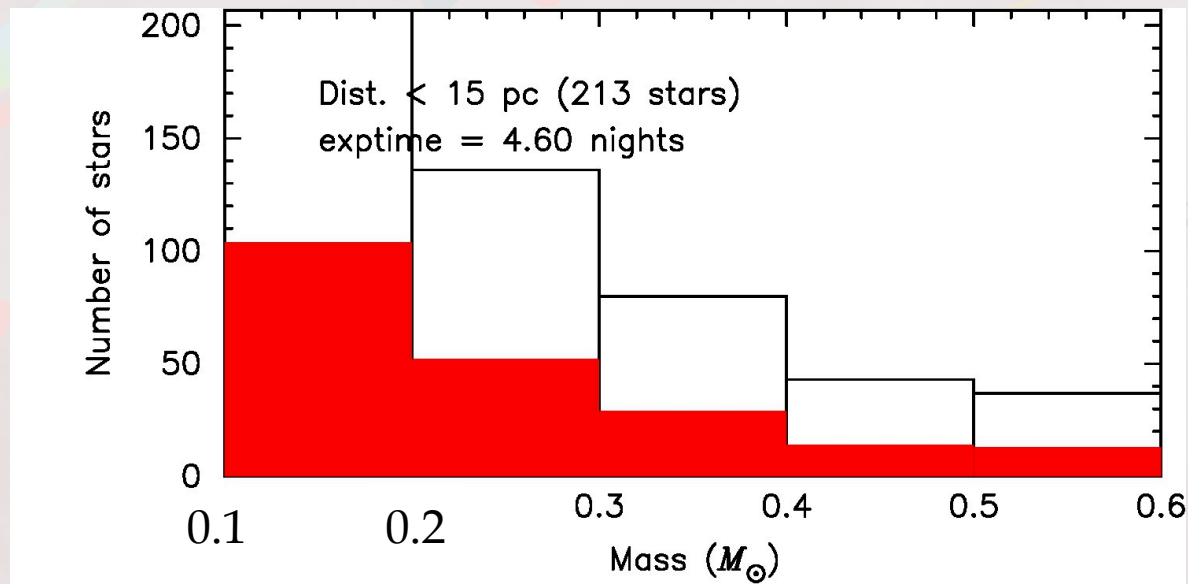
比較するために観測は100個以上のサンプルを用意するべき！

赤外ドップラー装置での惑星サーベイ

- 晩期M型矮星周りの惑星探索の目標
 - ハビタブルゾーンにある地球質量惑星の検出
 - 太陽近傍（15~20pc以内）の星のサーベイ
 - 一通りの惑星系-伴星系の統一的理解
 - 赤外トランジットの観測との連携で惑星の特徴付け
- IRD/すばる望遠鏡での視線速度サーベイ
 - 赤外ドップラー装置 (IRD) : Infra-Red Doppler instrument with frequency comb (Tamura+12)
 - IRDのファーストライト : 2014年予定
 - 0.97~1.75 μm の波長域と光周波数コムを使って、~1m/sの精度を達成

IRDサーベイのサンプル星

- 表面活動度が低い近傍の星：200~500個
 - An All-sky catalog of Bright M Dwarfs (Lepine +2011)
 - A Spectroscopic Catalog of the Brightest ($J < 9$) M Dwarfs in the Northern Sky (Lepine+2012)



IRDでの観測方針（仮）

1. $M < 0.2M_{\text{sun}}$ & $J < 9$ の星(25星)は毎日観測
 1. ハビタブル地球型惑星の調査
2. サンプルセレクション
 1. 活動性が低く連星系ではない星を見つける
3. メインサーベイ
 1. 変動が小さい天体と惑星候補を中心に
 2. 雪線付近の惑星に感度を持った均一な観測
4. 候補天体のフォローアップ
 1. RV/transit候補天体の軌道決定

軌道決定に必要な観測数

- 0.2AUの巨大惑星：30~40回
 - $P=50\sim 100$ 日, $M_p=100 M_{\text{earth}}$
- 雪線のスーパーアース：約80~100回
 - $P=14\sim 80$ 日, $M_p=5M_e$
- ハビタブルゾーンの地球質量惑星：約600回
 - $P=5$ 日, $M_p=1M_e$

岡山京大3.8m望遠鏡でフォローアップ

- 赤外ドップラー装置を取り付けて、IRD候補天体のフォローアップをしたい
- 晩期M型矮星周りの惑星~伴星の統一的理解を
- 15~20pc以内の晩期M型矮星周りの惑星系の統計を

まとめ：M型矮星周りの惑星サーベイ

- 高頻度観測による軌道決定
 - 低質量星の惑星系の統計理解
 - 太陽近傍の惑星系の性質
 - 地球質量惑星の探索へ
- 探索の目標
 - 振幅 $K=20\text{m/s}$ の惑星の検出：IRDのコピーが◎
 - $>5M_{\text{earth}}$ @0.5~1AU
 - RV固有変動 $\sigma \sim 4\text{m/s}$?
- 観測戦略：IRD候補天体のフォローアップ
 - サンプル: 数十?個($J < 10$)
 - 赤外高分散分光器 + ドップラー装置で観測する
 - 精度 5m/s 以下が必要 (精度が \nearrow と必要観測数 \searrow)
 - 変動の周期成分が明らかになるまで

