

PFS Observations of Galactic Objects

Star Forming Regions

Open Clusters

High Resolution Mode **があるとうれしい**

2010.09.10

Yoichi Itoh, Kobe University

1-1. Initial Mass Function

Luminosity function of nearby main-sequences

Mass-Luminosity Relation

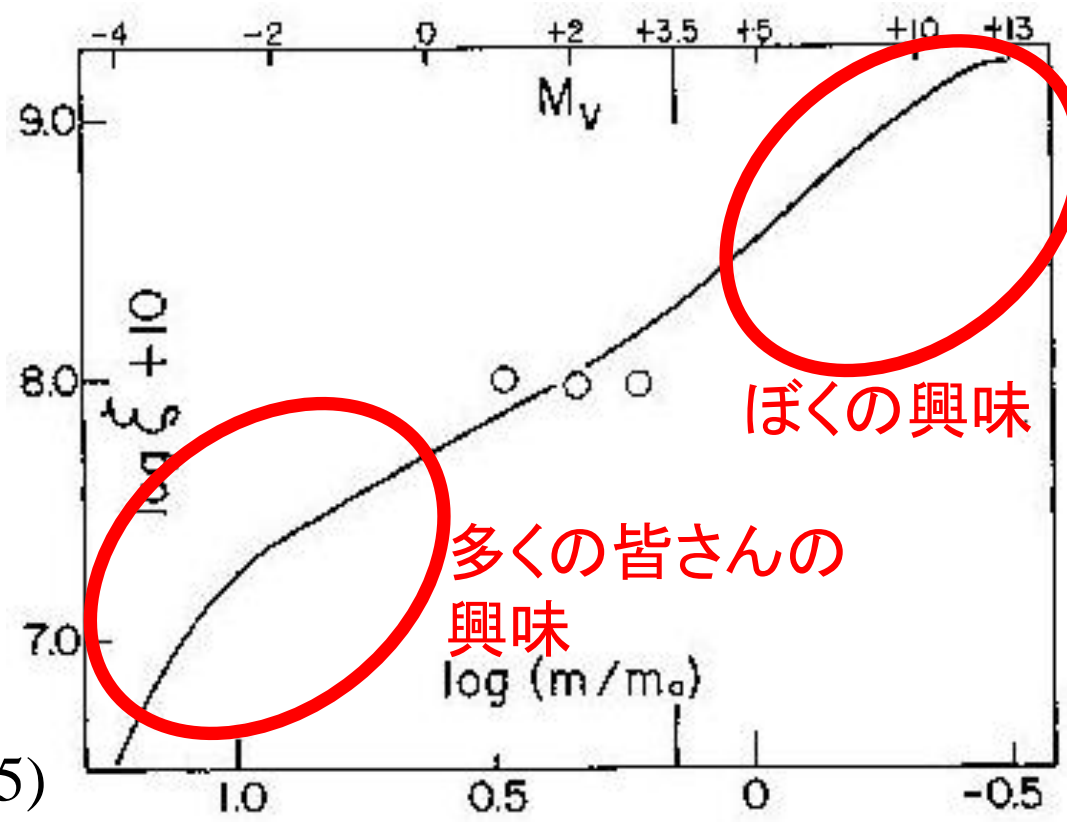
Present Day Mass Function

Divide by age

Initial Mass Function

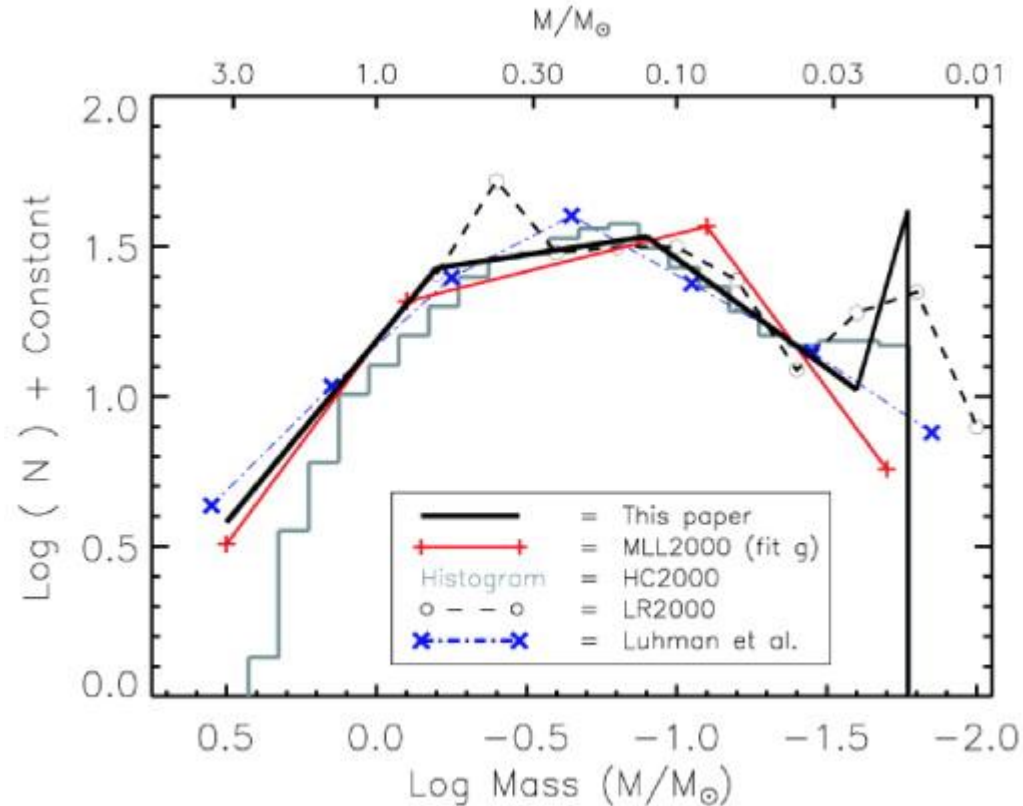
- Pros
 - 近傍のため測定は容易。
- Cons
 - 星の母体は様々。

Salpeter (1955)



1-2. IMF of Star Forming Regions

- Pros
 - 一つの分子雲から同時に生まれた天体を測定できる。
 - IMFを決める要因がわかるかも。
- Cons
 - Distant
 - Binary contamination
 - Optically faint due to interstellar extinction
 - Obs. in near-infrared



1-3. Imaging of Star Forming Regions

• Low mass SFR

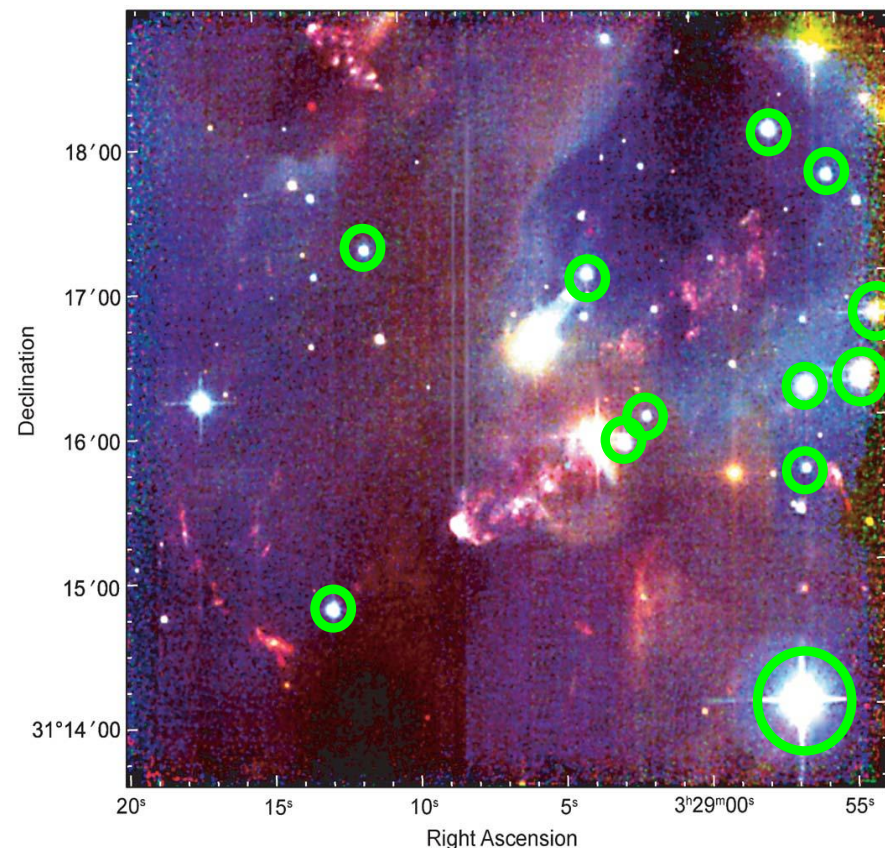
- Nearest : 140pc
- Solar-mass stars are born
- Taurus, ρ Oph, Perseus

• Massive SFR

- Nearest : 450pc
- OB stars
- Orion

Near-infrared imaging of
central 5' x 5' region of NGC
1333 (Perseus, UH88)

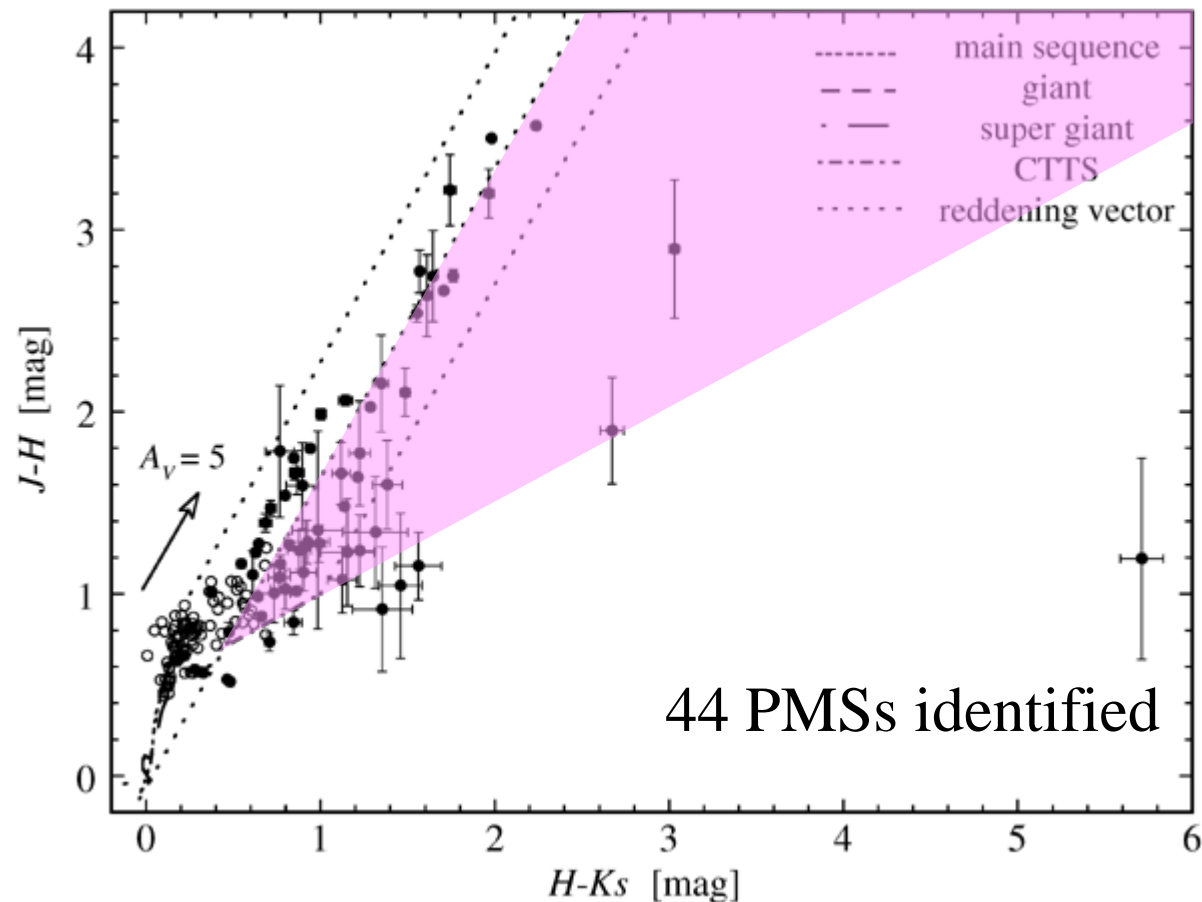
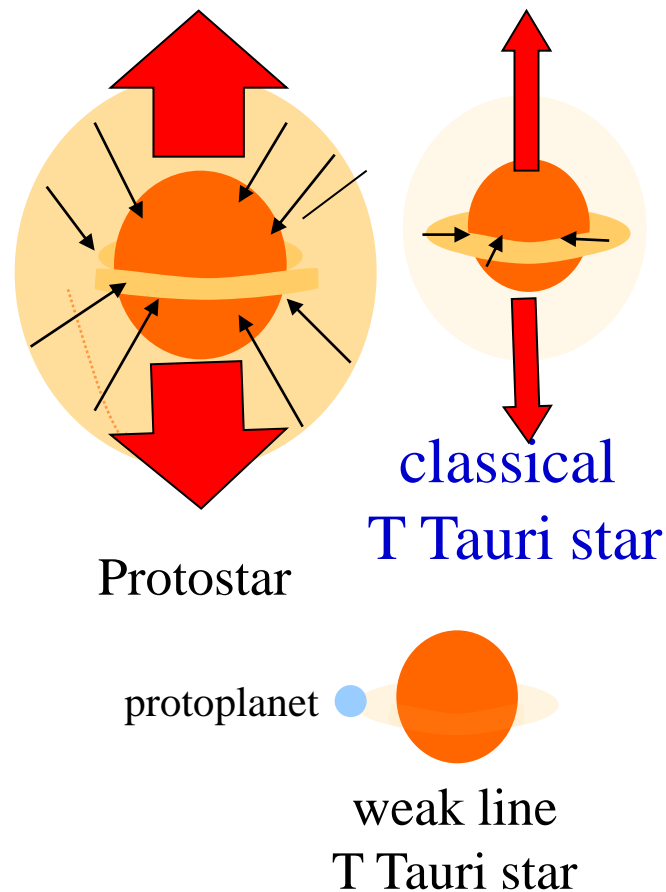
76 objects detected



Pseudo near-infrared map of the
central region of NGC1333 (Oasa
et al. 2008). Green circles are
targets of spectroscopic obs.

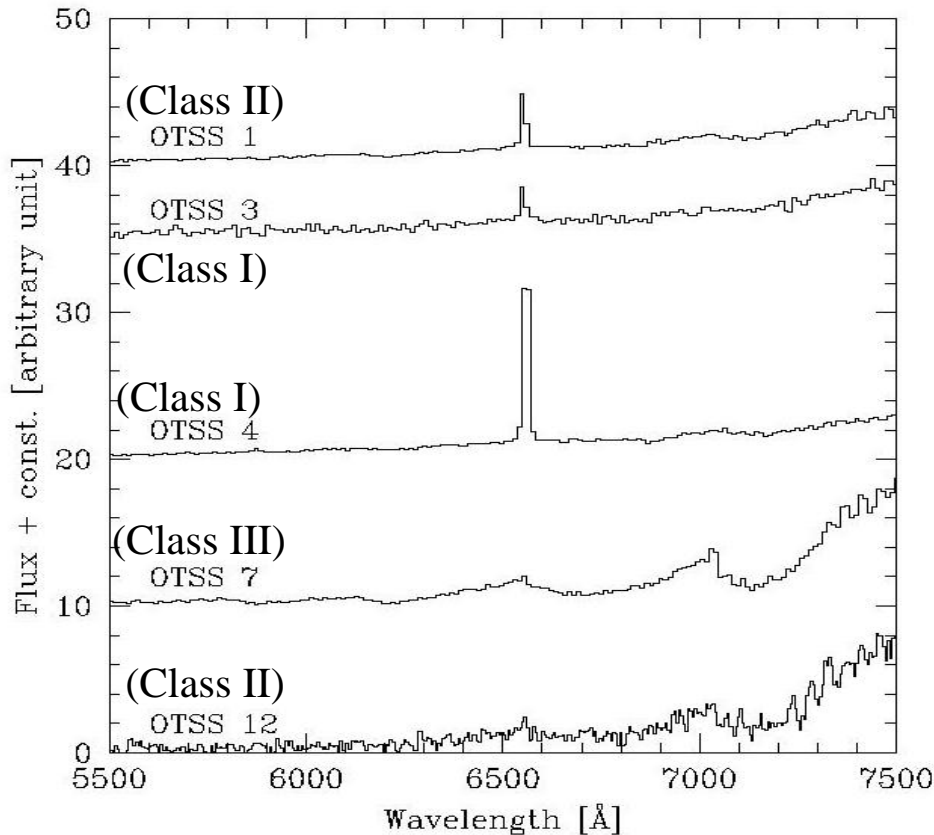
1-4. YSOs or Backgrounds

- Distinguish protostars and classical T Tauri stars from background stars by thermal radiation from envelopes and circumstellar disks.
- Near-infrared observations are efficient.
- Cannot identify WTTSs and half of CTTSs.



1-5. Spectroscopy of Pre-main Sequences

10/45



- H α emission at 6563 Å
– indicative of youth
- Broad TiO & VO abs. band
– indicative of low temp.

Determine spectral type from the band strengths
(uncertainty : 1 subclass)

Not multi-object spectrograph.

Only 14 objects were observed in one night.

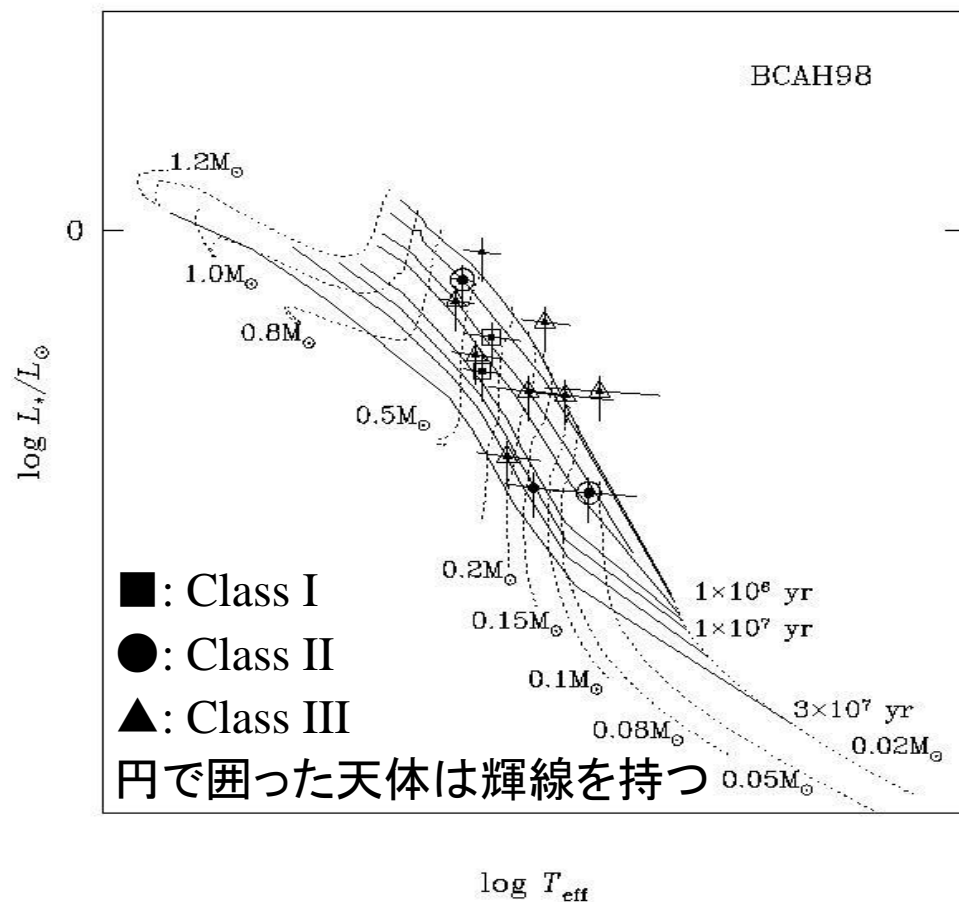
- R-magnitudes : 14mag to 20mag
- IUCAA 2m+IFOSC
- wavelengths : 5200 Å ~ 10300 Å
- resolution : 14 Å
- integration : 20 min to 120 min

1-6. Mass and Age of Pre-main Sequences

- Spectral type in the dwarf scale = lowest T_{eff}
- Spectral type in the giant scale = highest T_{eff}
- Extinction corrected J-mag = Bolometric luminosity

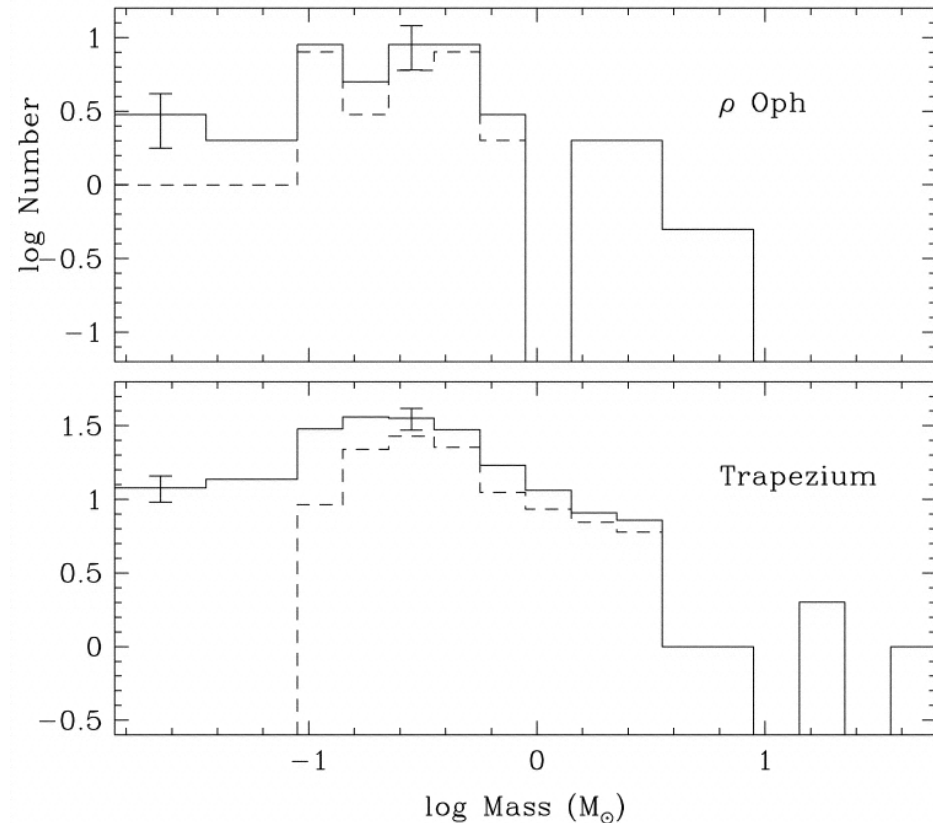
- Mass : $0.1M_{\odot} \sim 0.6M_{\odot}$.
- 2 young brown dwarfs?
- Age : 1Myr to 10Myr。

たった14天体でも論文に
(Itoh et al. 2010)



1-7. Photometry or Spectroscopy

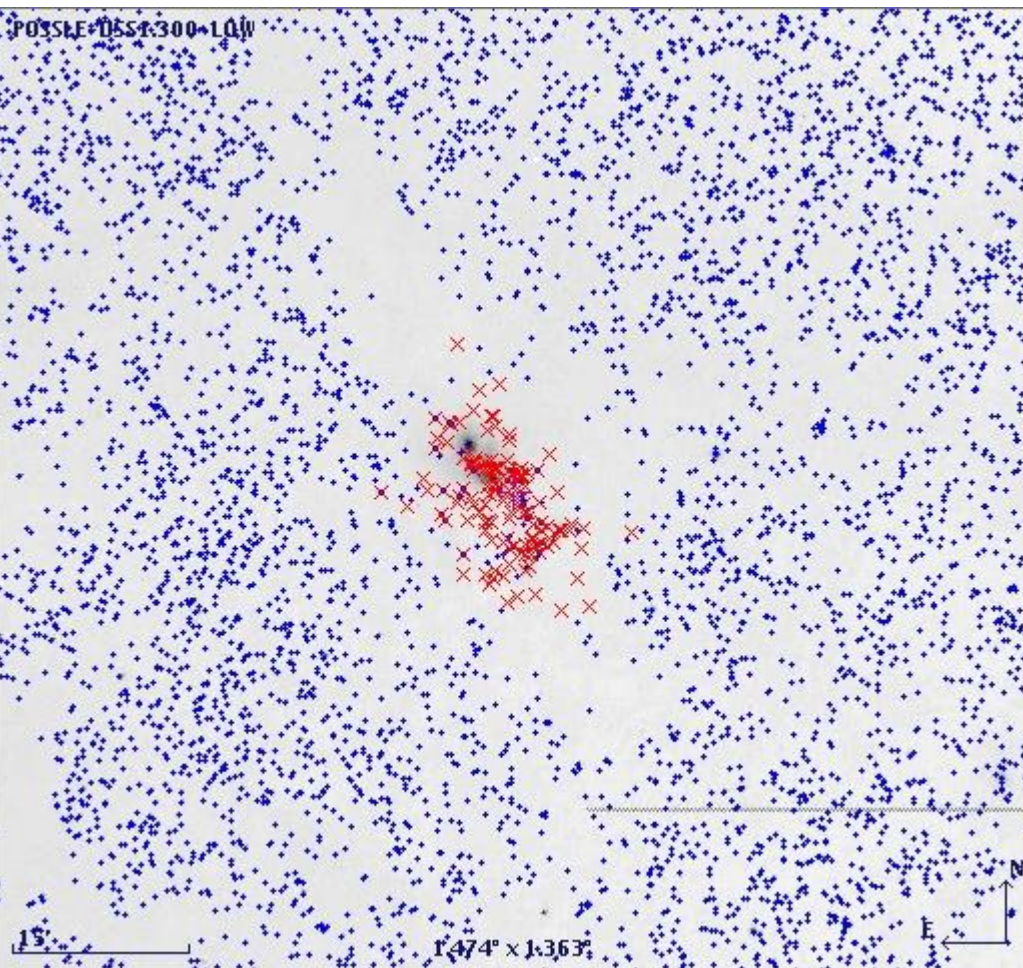
- 全ての天体を分光して、温度を求めて、HR図に載せて質量と年齢を決めたい。
- 近赤外域の多天体分光装置は少ない。
- 明るい天体は分光をする。
- 暗い天体は測光だけし、明るい天体の質量光度関係を外挿する。



dashed: objects with spectroscopy
solid: objects with photometry

多天体分光装置(特に赤外)は非常に強力な装置

1-8. PFS Obs. of Star Forming Regions



red cross : YSOs

blue dot : visible stars

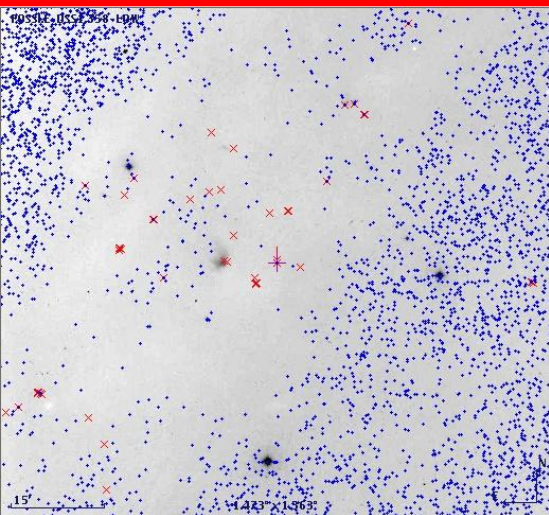
青点が少ない部分が分子雲

- Only 100 YSOs
- YSOs are not widely distributed.
- Cloud is not extended

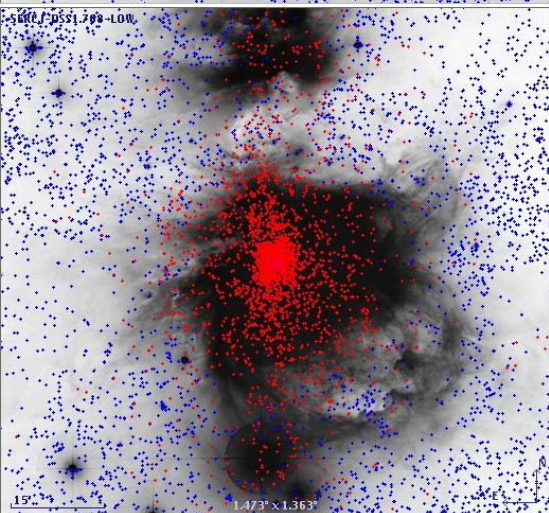
FMOS is sufficient....

NGC1333 (Perseus cloud). FOV=1.4°

1-8. PFS Obs. of Star Forming Regions

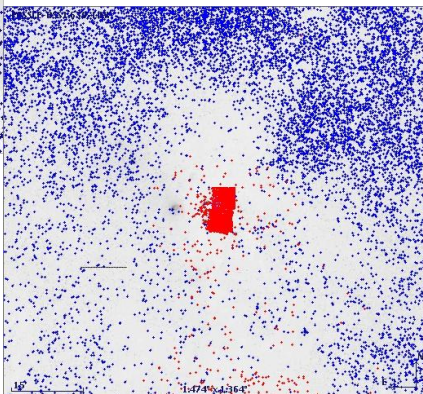


Taurus



Trapezium

Serpens



PFSの視野全体に広がっている星形成領域は、全天で数天体。

YSOの数は100個から5000個くらい。

Rバンドの等級がわからないものが多い。

- まずHSCで撮像観測

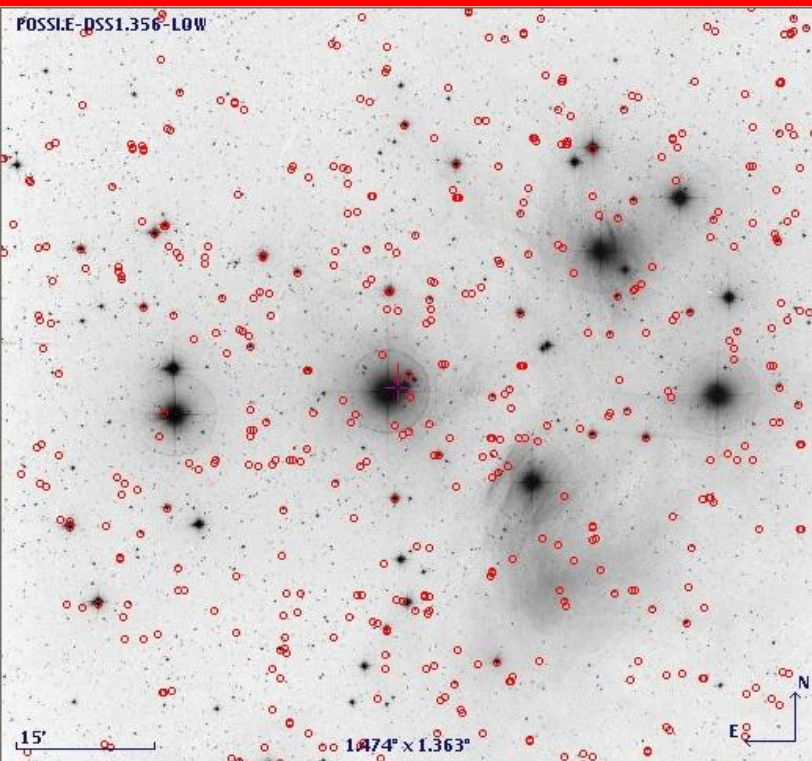
- PFSで分光観測

- 積分時間：1時間で十分

- 観測波長600nm-900nm

- 一晩で論文数本

2. Open Clusters



Cluster membership

- Proper motion (Probability)
- Radial velocity (Probability)
- Spectral type (HR diagram)

スペクトル型は明るい天体の一部しか求められていない。

Pleiades : 視野全体に2000個程度のメンバー候補天体がある。

(Diameter $> 70'$, member candidates > 50 obj.) 9 clusters

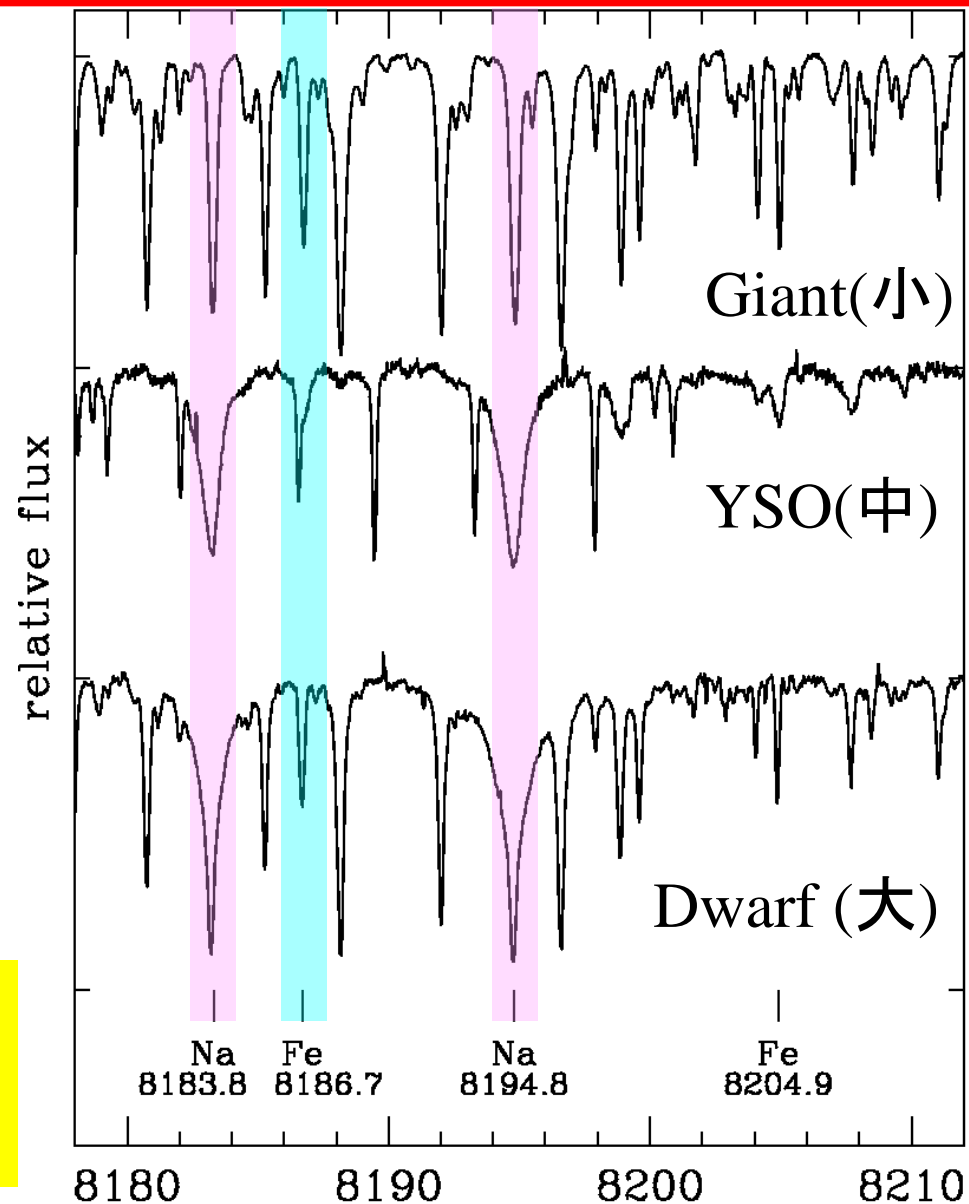
Integration time : < 30 minutes

Wavelengths : 500nm-900nm?

3. Age of YSOs

- 今までは、光度を基に年齢を推定。非常に不正確。
- 進化するにつれ、若い星は収縮し、表面重力が増大する。
- 表面重力が大きくなると、ある吸収線の深さが強くなる。
- 吸収線の深さを測ることにより、若い星の年齢を正確に求めることができる。

近赤外(可視)の高分散分光 (R=20000)が必要



Takagi et al. (2010) wavelength (Å)

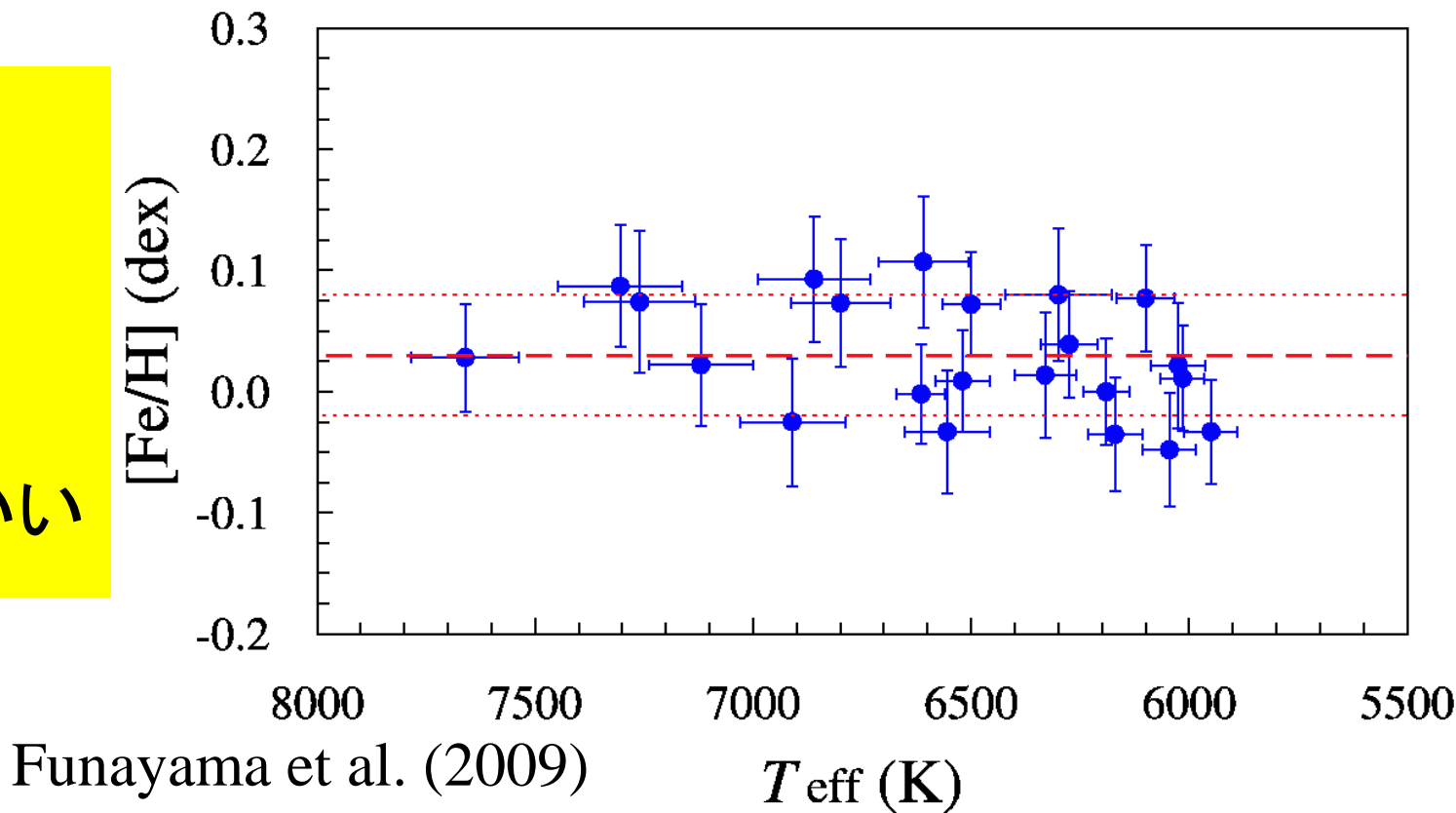
4. Metallicity of Cluster Members

太陽系外惑星を持つ恒星は、金属量が高い。
恒星の大半は集団で生まれる。散開星団＝若い星の集団。

星団に属する恒星の金属量はほぼ一様なが分かった。

可視高分散
分光が必要

ファイバーは
数十本でもいい



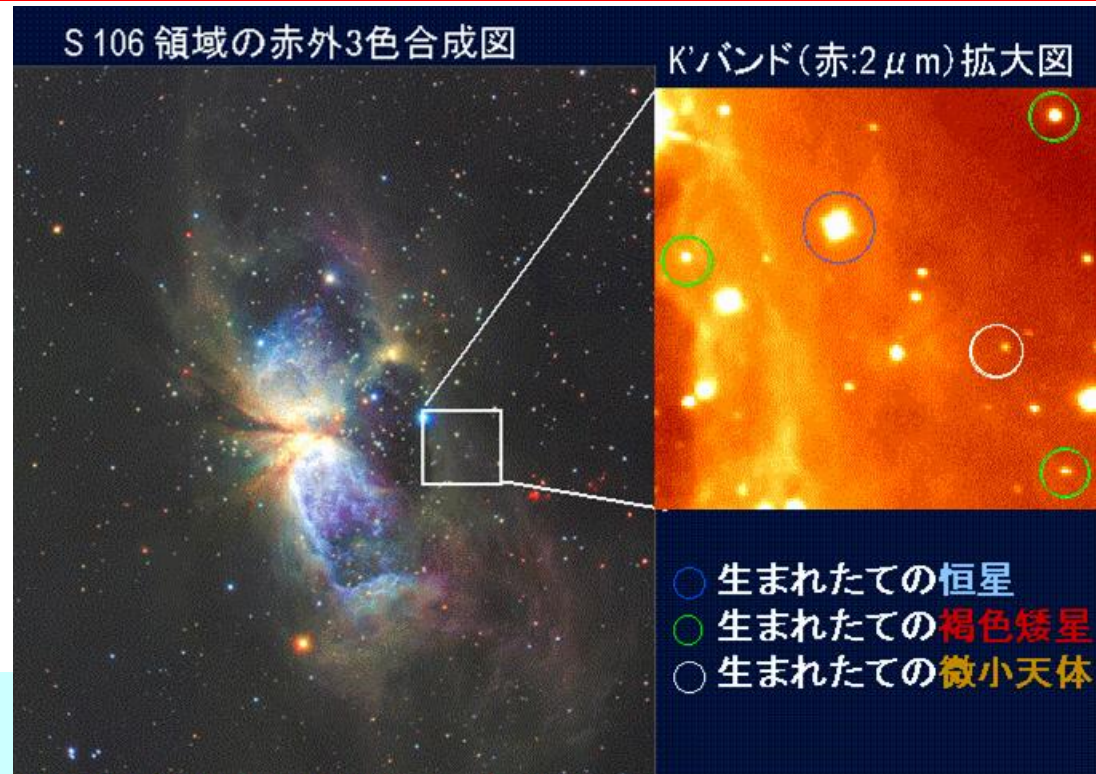
5. Summary

	Number of Objects	FOV	Wavelength
Star Forming Regions	FMOS	FMOS	FMOS
Open Clusters	FMOS/PFS	PFS	PFS

SuMIRE = Subaru Multi-object Infra-Red Echellograph

5-1.若い褐色矮星・惑星質量天体の発見

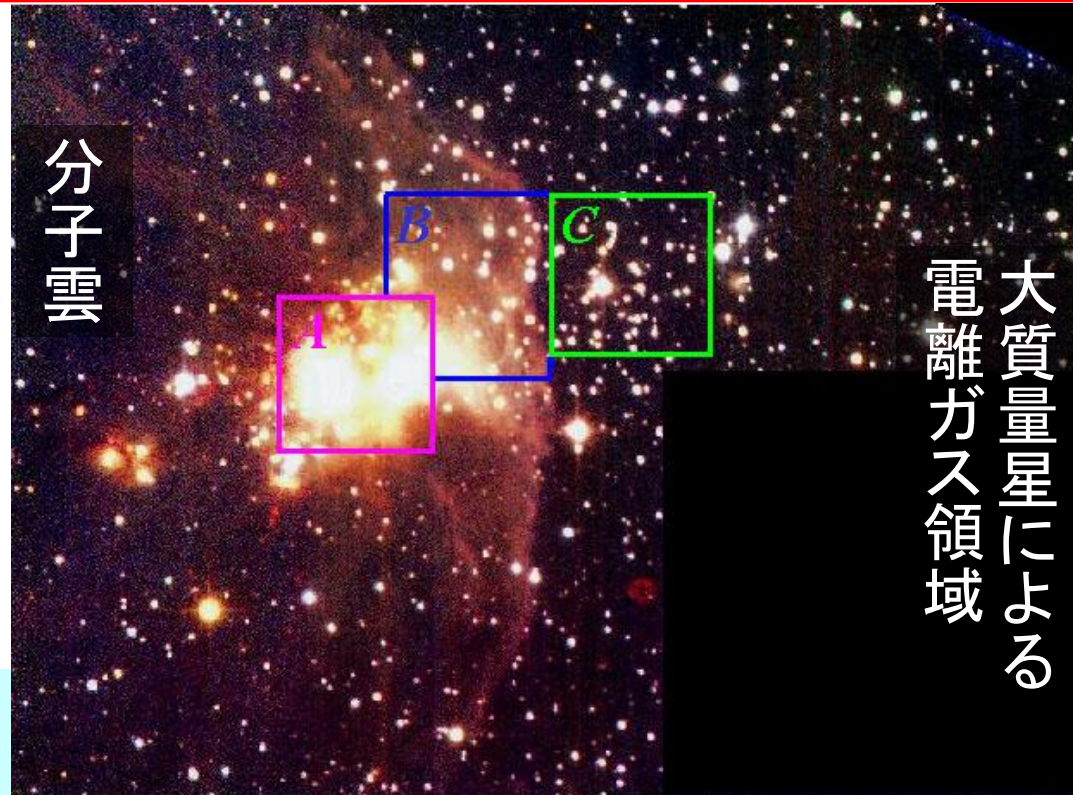
- 目的:褐色矮星など質量が軽い天体の存在割合は?
- 過去研究:褐色矮星よりも軽い惑星質量天体は数十個しか見つかっていない。
- 観測:世界で最も高感度の近赤外探査観測
- 結果:数百の褐色矮星・惑星質量天体を発見。存在頻度は、領域によって異なる。



すばる望遠鏡の観測で得られたS106の近赤外3色画像。右の拡大図は、新しく発見した若い恒星・褐色矮星・惑星質量天体を示す(Oasa+ 2008)。

5-2. 低質量星の連鎖的星形成

- 目的: 大質量星の誕生によって、次世代星が作られるか?
- 過去研究: 大質量星同士もしくは中質量星への大規模な連鎖的星形成は観測されている。
- 観測: BRC14を近赤外線で観測
- 結果: 大質量星が作る電離ガス領域から分子雲領域に向かって、低質量星が連鎖的に形成。



BRC14の近赤外画像。電離ガス領域(西)が分子雲(東)を圧縮しており、C,B,Aの順に連鎖的に星が形成されている(Matsuyanagi+2006)。