

AKARI/FIS による *BCDs*
(*Blue Compact Dwarf galaxies*)
のダスト観測



高瀬 一喜、尾中 敬 (東京大学)

金田 英宏 (名古屋大学)

平下 博之 (台湾中央研究所)

Blue Compact Dwarf galaxy

- ✖ 多くのBCDsがstar-forming galaxiesとして知られている。
- ✖ Low-metallicity($\sim 1/10$ - $\sim 1/3$)な銀河が多い。
⇒ 銀河進化がまだ進んでいない銀河もある。

- BCDsのダストは遠方銀河にある未発達なダストと同じような環境にある。
⇒ 観測の困難な遠方銀河の代わりにBCDsを用いて銀河内のダストの化学進化を追える。

Far-Infrared

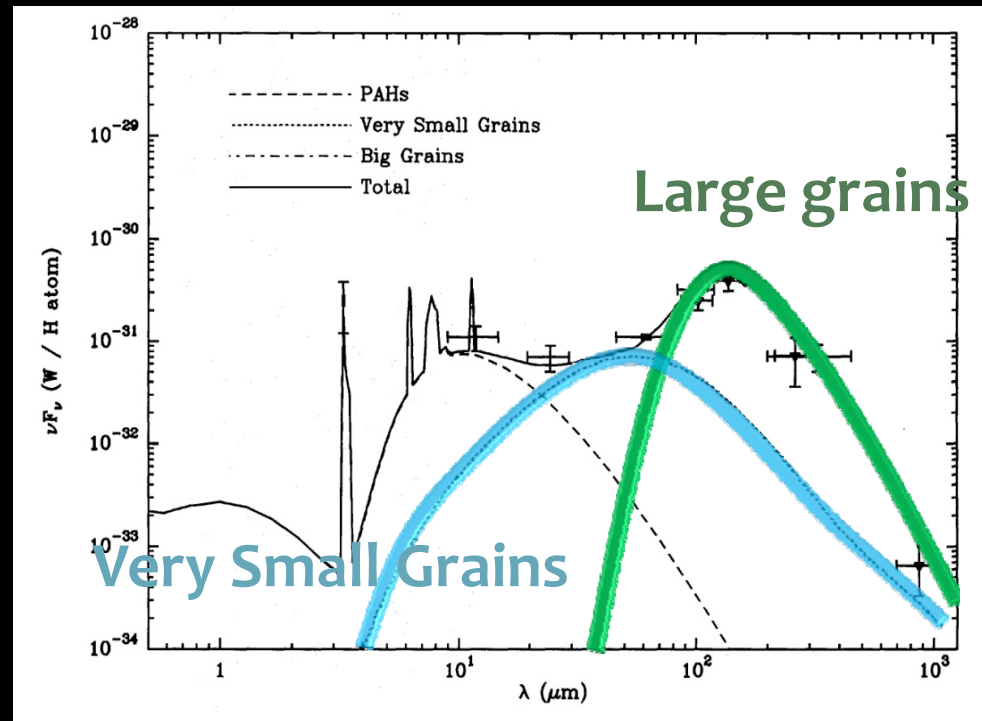
- ▶ Large grainsは恒星からの放射を吸収し温度が上昇する。同時に遠赤外線ですかることにより冷える。
- ▶ 吸収加熱と放射冷却を長時間繰り返すことによりおよその平衡温度(T_d)に落ち着く。そして、その平衡温度により遠赤外線放射はおおよそ決定できる。

$$f = A \nu^2 B_\nu(T_d)$$

A ; constant

$B_\nu(T_d)$; Planck function

T_d ; dust temperature



Désert et al. (1990)

研究の背景

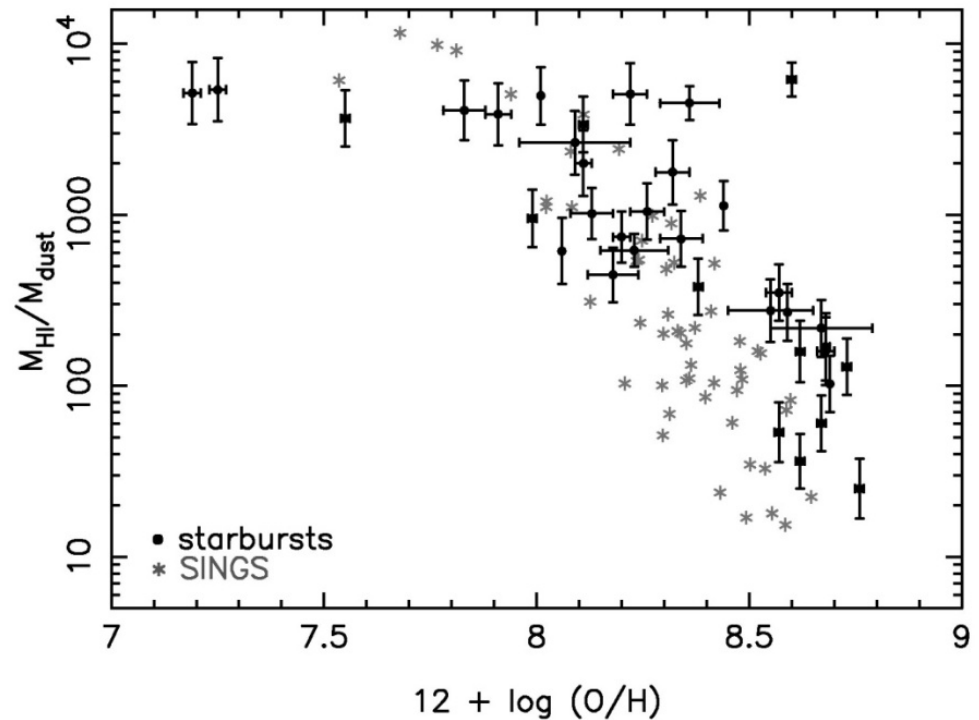
➤ Engelbracht et al.2008

- 66個 star-forming galaxiesを観測した。
- IRASとSpitzerを用いて温度やダストの質量を求めた。

gas-to-dust mass ratiosが重元素量($12 + \log(O/H)$) ~ 8 で大きく変化している。



ダストの性質が変化している？



Engelbracht et al.2008

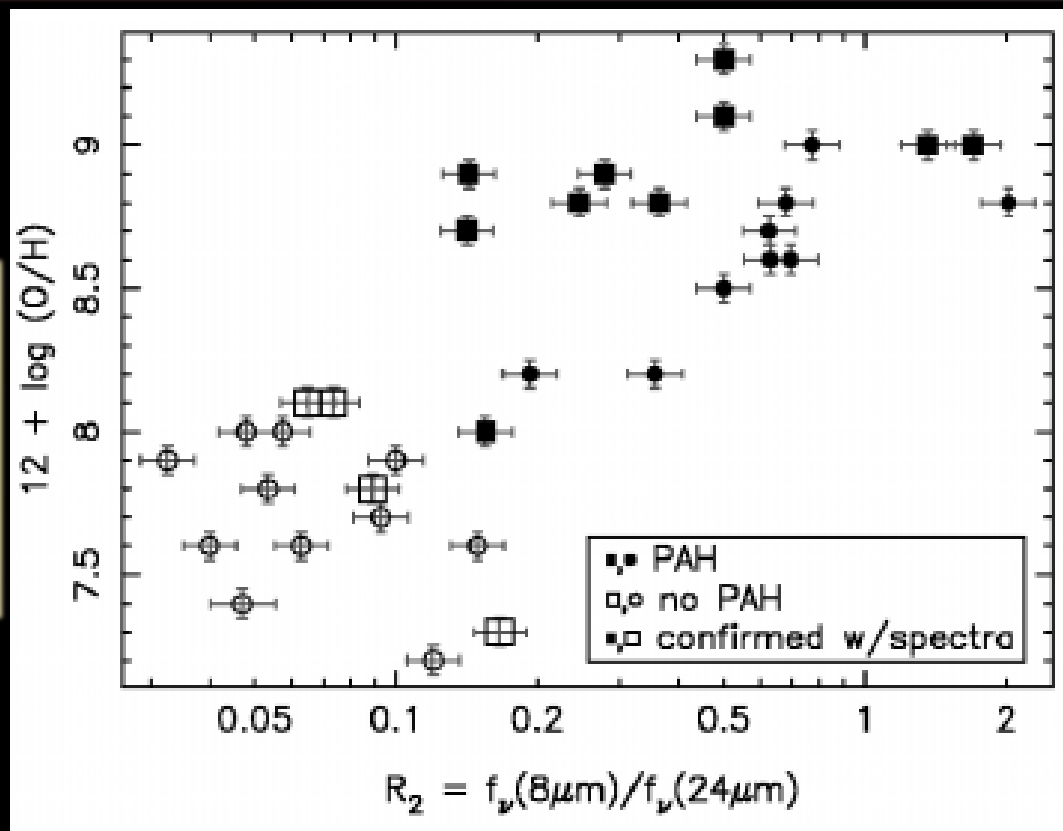
研究の背景 ➤ Engelbracht et al.2005

- PAH(polycyclic aromatic hydrocarbon)が低金属量の銀河では観測されないことを示した論文。

IRAC 8 μ m bandはPAHのfeatureをトレースし、
MIPS 24 μ mはPAH以外のダストの連続成分をトレースする。



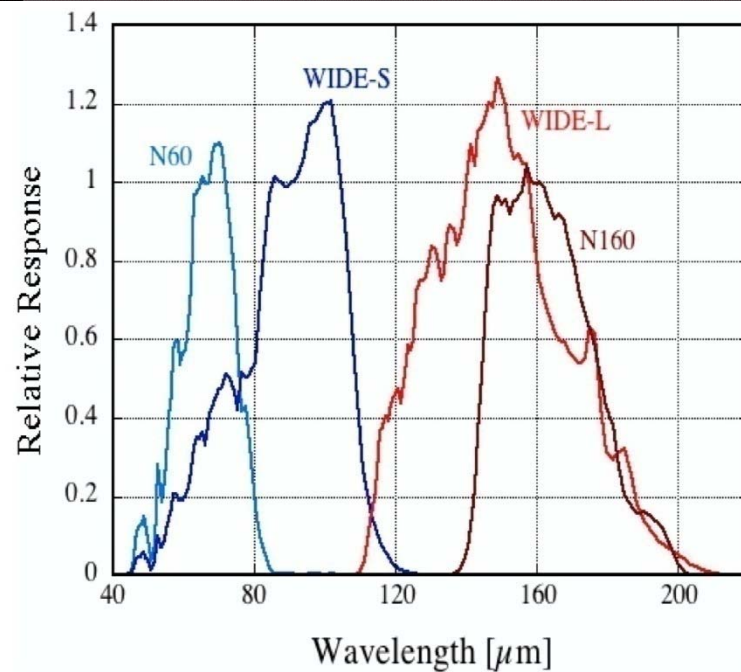
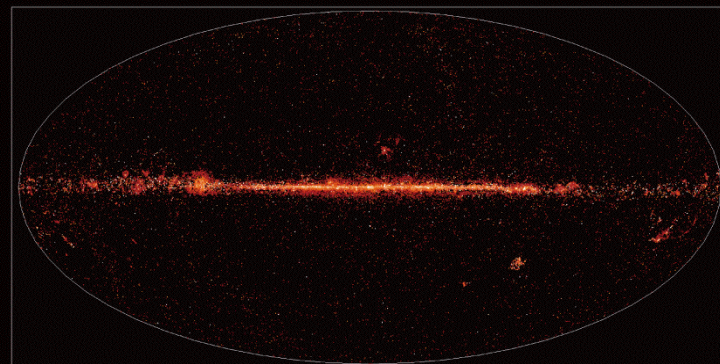
- 低金属量の銀河ではPAHが効率的に破壊される？
- 低金属量の銀河にはそもそもPAHはあまりない？



赤外線天文衛星AKARI



「あかり」遠赤外線天体の全天分布



AKARIは日本時間の2006年2月22日の早朝に打ち上げられ、現在も観測を続けている。しかし、FISは液体ヘリウムを使い切ったため使用できない。

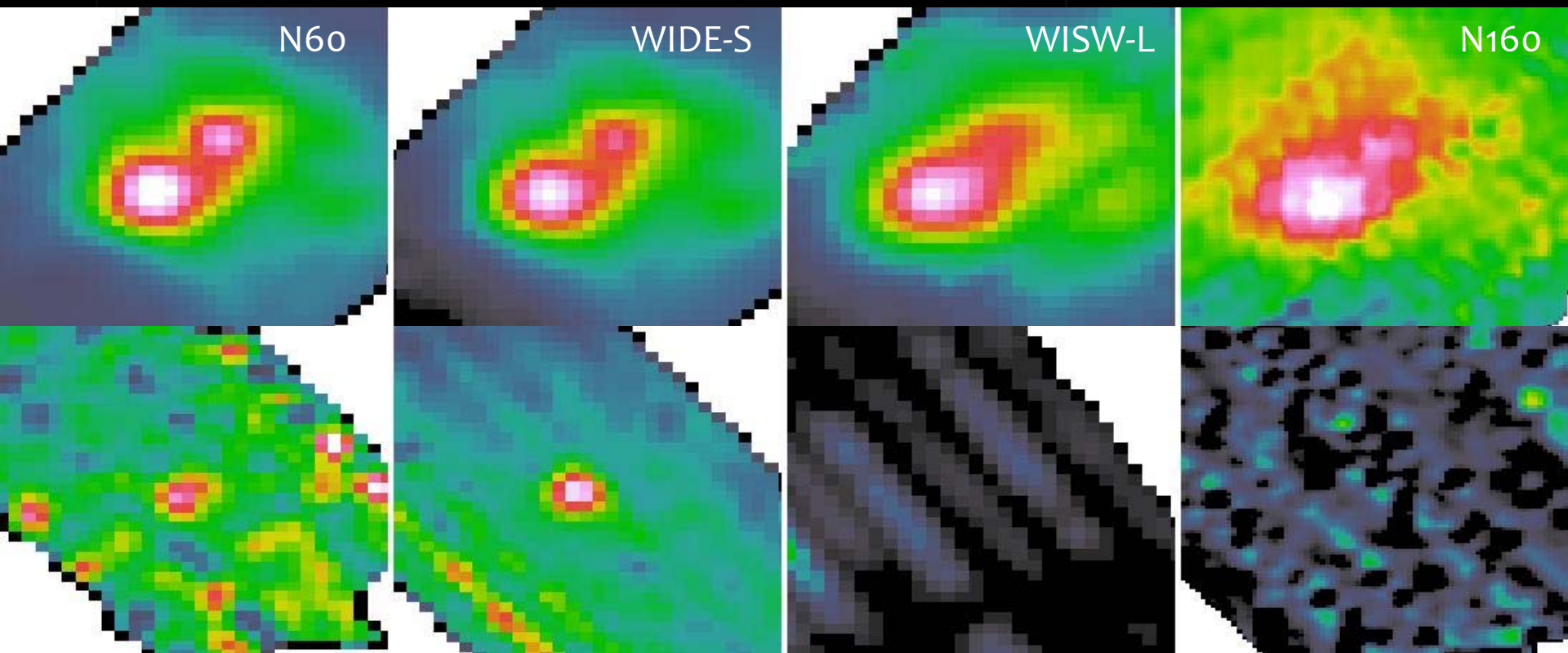
AKARIの観測波長域は2~180 μm である。

主目的は赤外線ですべての全天サーベイであるが、一つの天体だけを観測する指向観測もできる。

右図は今回、観測に使用した検出器FISの感度と波長を示す。

それぞれ、65,90,140,160 μm の中心波長を持つ。

FISのイメージ



IC10(上図),MRK1450(下図)

- › IC10ではN160で観測できているがMRK1450のように本研究の約半数の天体でN160では受かっていなかったり、検出できなかったのので今回の結果においては使わない。

Result; ダスト温度の決定

$$f = A \nu^2 B_\nu(T_d)$$

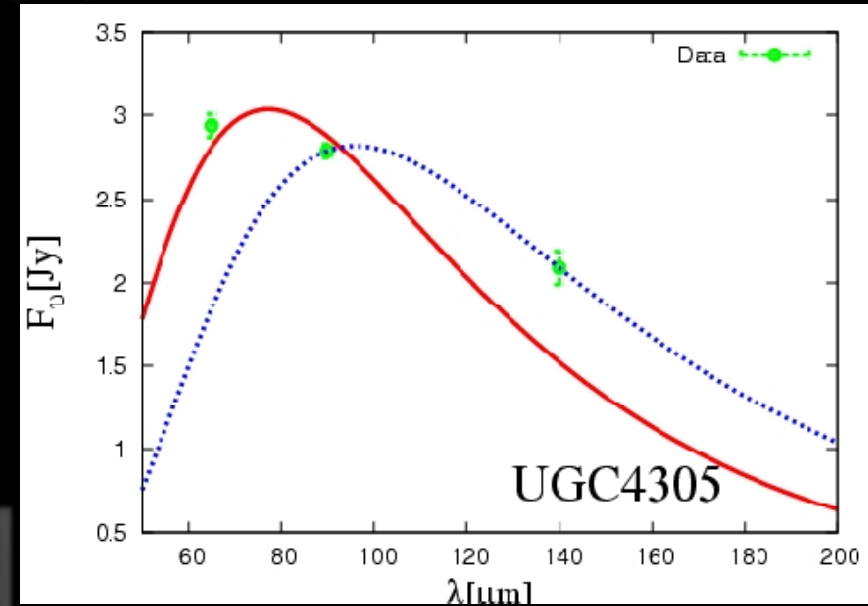
A ; constant

$B_\nu(T_d)$; Planck function

T_d ; dust temperature

Red line \Rightarrow $65\mu\text{m}$ を含めてfitting

Blue line \Rightarrow $65\mu\text{m}$ を除いてfitting

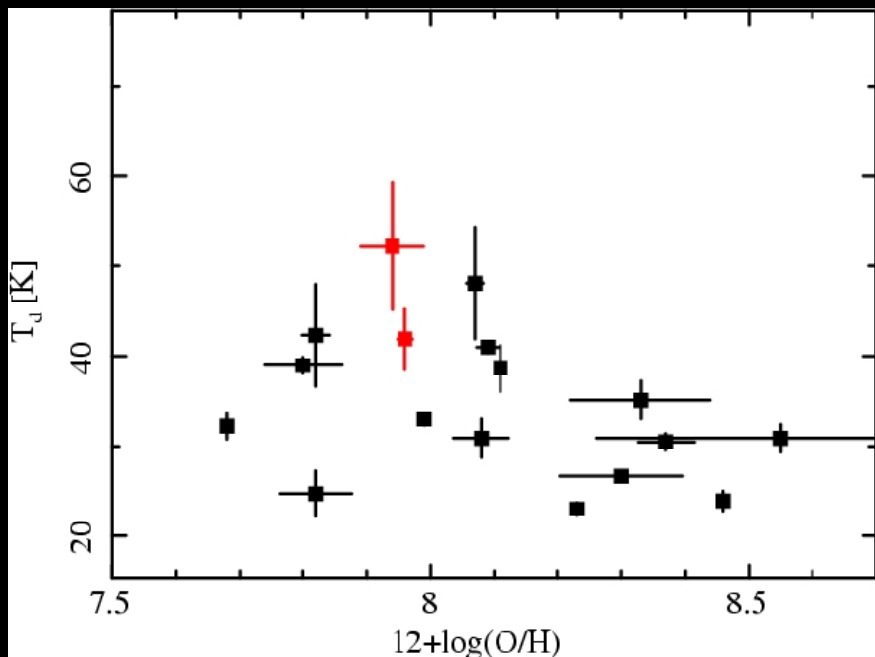


- このように各天体に対して Fittingを行い温度をはじめとするそれぞれのパラメータを求め相関を探った。

$$M_d = \frac{F_\nu(\lambda) D^2}{\kappa_\nu B_\nu(T_d)}$$

$$\kappa_\nu = 18.8 \left(\frac{\lambda}{125 \mu\text{m}} \right)^{-2} \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$$

サンプルの温度と metallicity

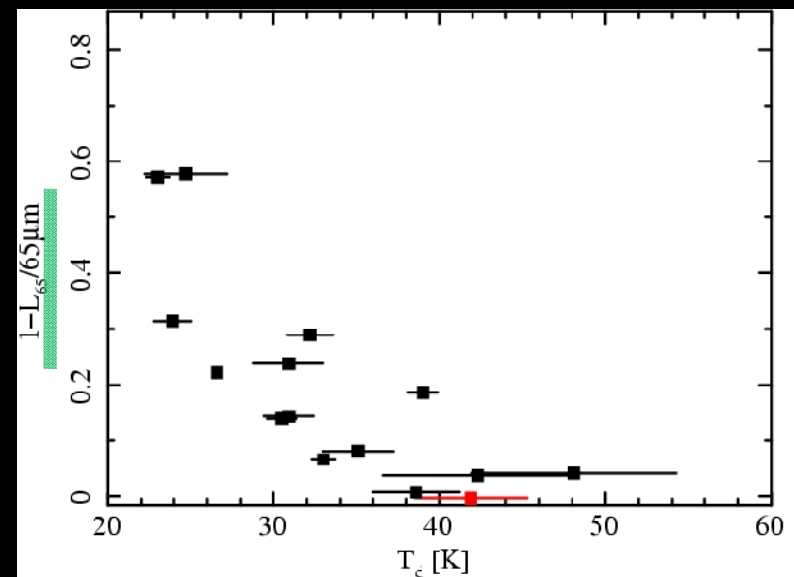
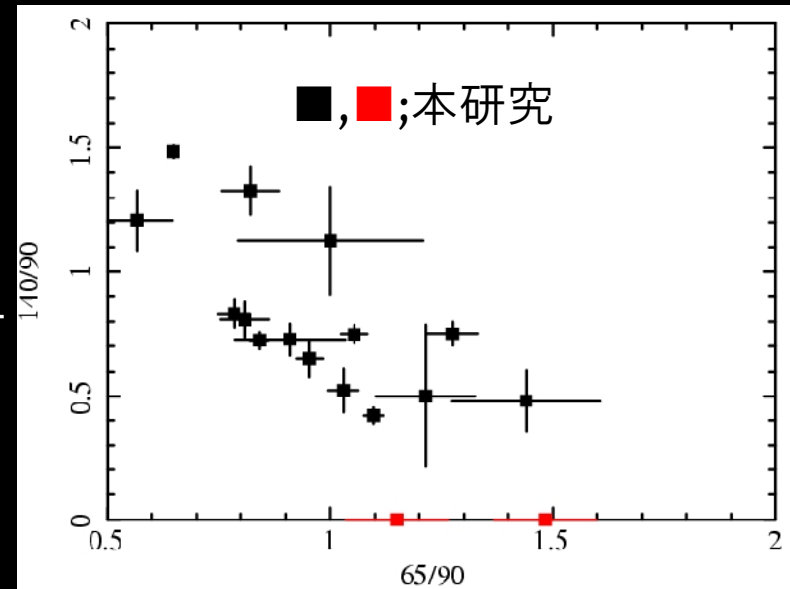
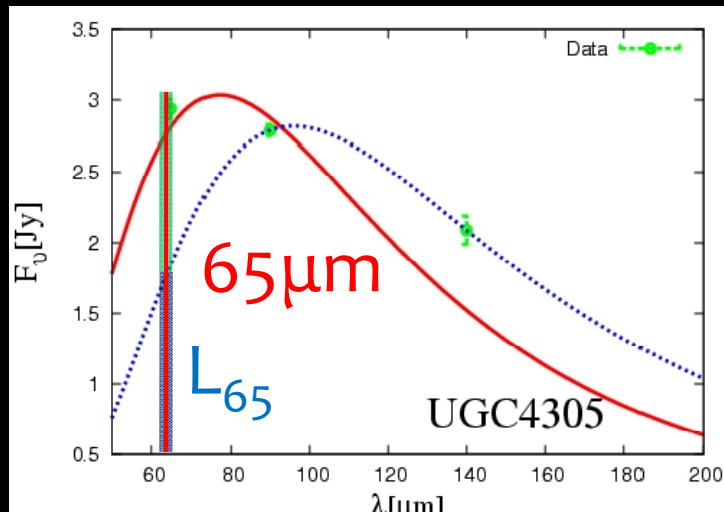


- 赤い天体はWIDE-L($140\mu\text{m}$)でも受からず、N60とWIDE-Sで温度を求めており、WIDE-SとWIDE-Lで求めた温度より高く算出される。

Object	T_d [K]	$12+\log(\text{O}/\text{H})$
UGC4305	32.2 ± 1.4	7.68 ± 0.01
MRK71	39.0 ± 0.9	7.80 ± 0.06
MRK36	42.3 ± 5.7	7.82 ± 0.02
MRK178	24.7 ± 2.5	7.82 ± 0.06
UM420	52.2 ± 7.1	7.94 ± 0.05
MRK1450	41.9 ± 3.4	7.96 ± 0.01
MRK59	33.0 ± 0.7	7.99 ± 0.01
UM439	48.1 ± 6.2	8.07 ± 0.01
MRK487	30.9 ± 2.1	8.08 ± 0.04
IIZw40	41.0 ± 0.6	8.09 ± 0.02
IIZw70	38.6 ± 2.6	8.11 ± 0.01
MRK7	23.0 ± 0.7	8.23 ± 0.01
IC10	26.6 ± 0.2	8.30 ± 0.10
NGC1510	35.1 ± 2.1	8.33 ± 0.11
UM311	30.5 ± 0.9	8.37 ± 0.04
UGC7490	23.9 ± 1.1	8.46 ± 0.01
UM533	30.9 ± 1.5	8.55 ± 0.03

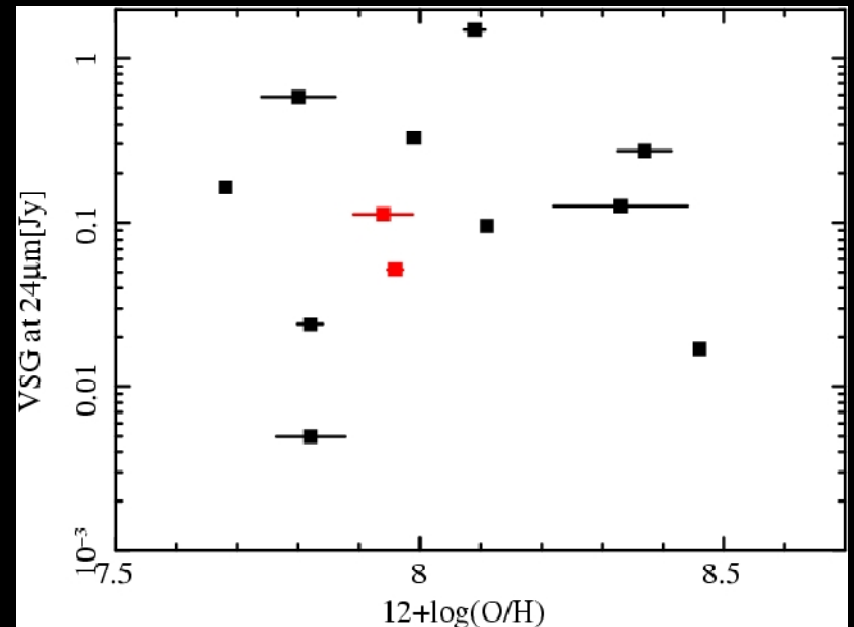
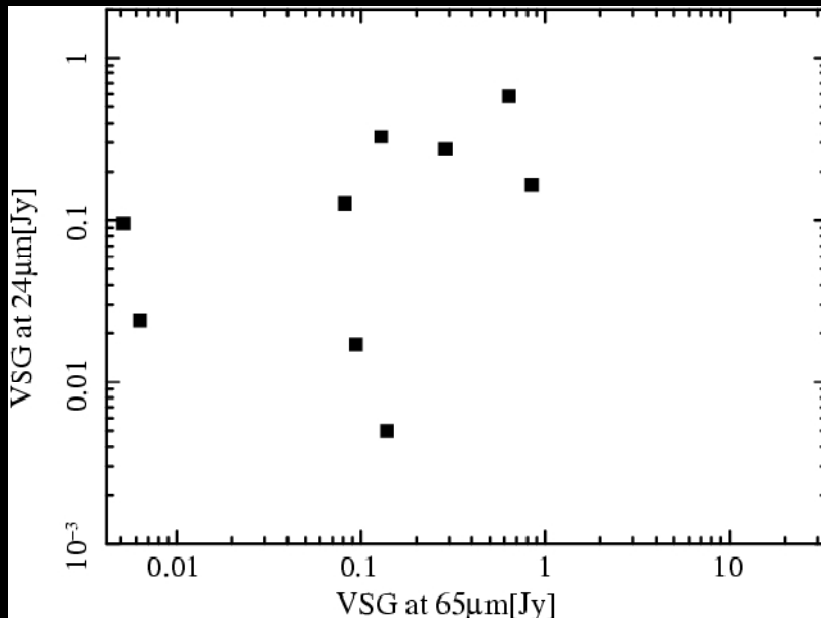
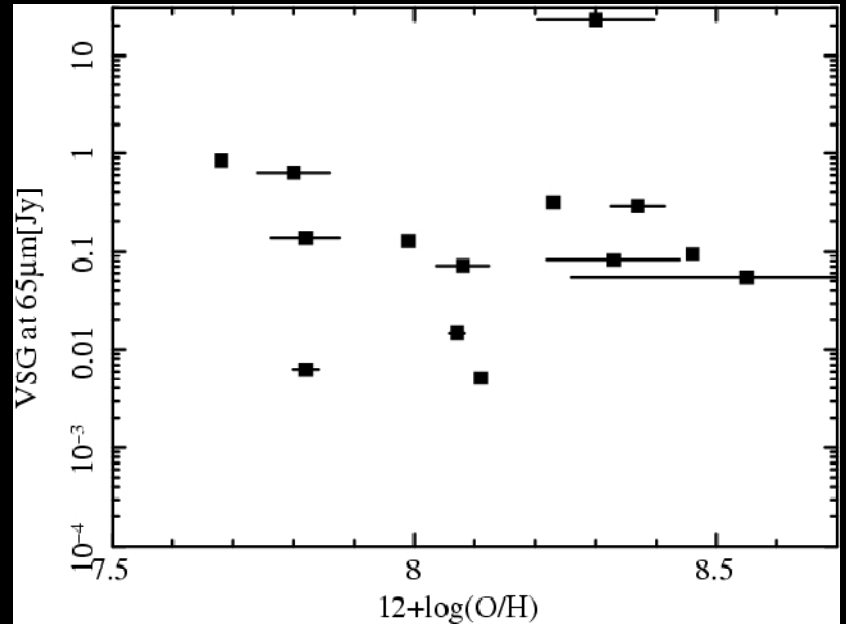
Flux と温度

- WIDE-Sと他の2バンドのflux比をプロットすると分散はあるものの逆相関が見られる。
- N60のfluxにおけるVSGの割合では温度に対して逆相関がある。この関係はVSGの寄与を求める手法を考えれば当然の結果である。
- 分散は主にN60でのVSGの寄与によると考えられる。



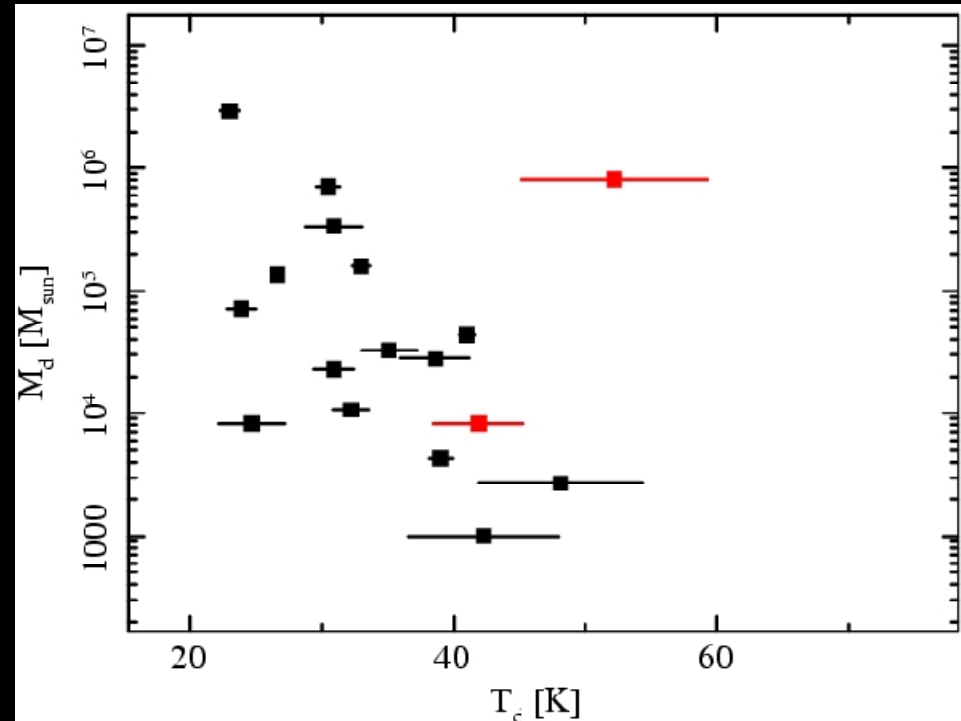
VSG と metallicity

- Spitzer/MIPSの24 μm を用いてVSGとmetallicityを比較してみたが特に相関は見られなかった。



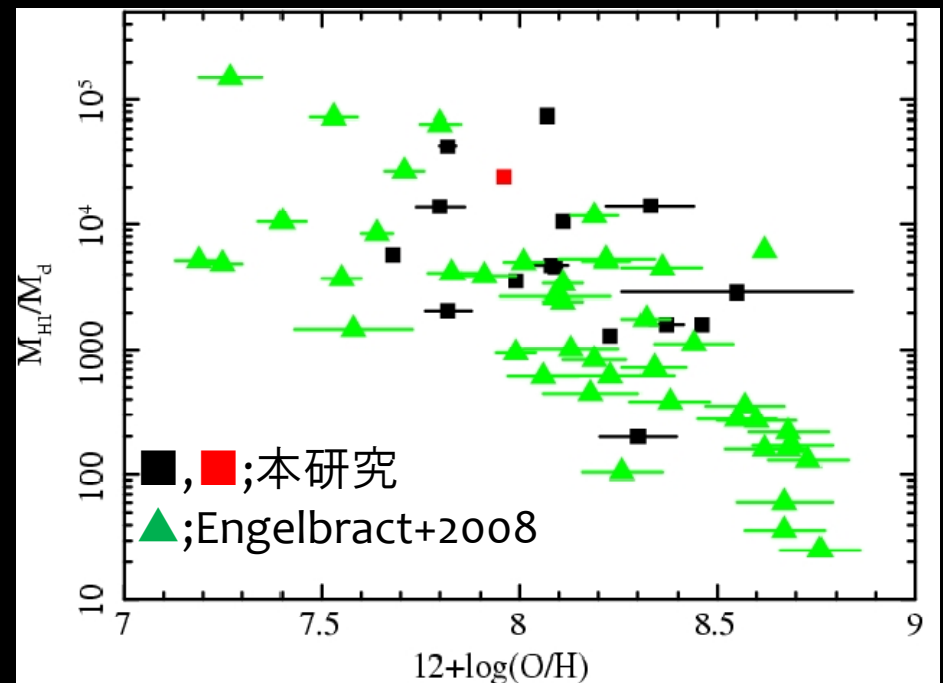
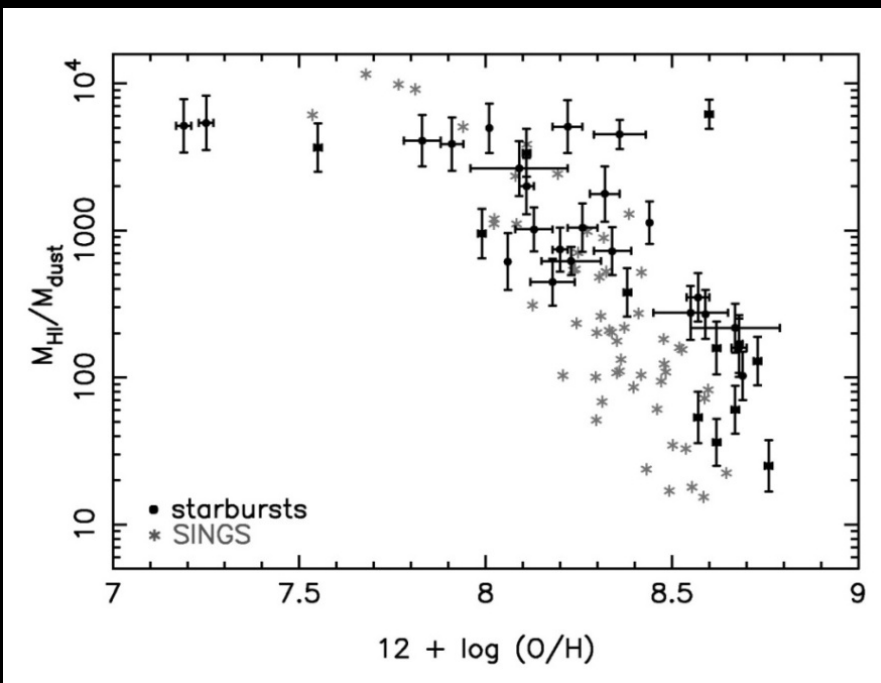
Dust mass

- › 図中の左上の銀河の低温度のダストの質量は正しいと思われる。右下の高温のダスト質量も正しいだろう。
- › しかし、右下の銀河は低温ダストの影響で高温のダストを反映できていないかもしれない。つまり、高温成分が顕著な銀河はその高温成分に低温成分の放射が隠されているのではないかと考えられる。



Gas to Dust Mass Ratio

- 右図はEngelbracht+2008と本研究のgas to dust mass ratioや温度とmetallicity($12+\log(\text{O}/\text{H})$)を比較した図である。
- Engelbracht+2008のように急激な変化は見られなかった。しかし、相関があることは確認できる。



Gas to Dust Mass Ratio

- › metallicity($12+\log(O/H)$)が8.2前後で色を分けた。
- › high metallicity 銀河は傾向としてgas to dust mass ratio が低いこと、ダスト温度が低いことが分かった。
- › 一見するとmetallicityとダスト温度ではgas to dust mass ratioに強く影響するかわからない。

■ ; $12+\log(O/H) < 8.2$

■ ; $12+\log(O/H) > 8.2$

Gas to Dust Mass Ratio

- 右図は温度と gas to dust mass ratio の関係を表した図である。

$$F(x) = a * x ** b + c$$

相関係数 r

$$X^2 / \text{DoF} = 73.5$$

$$r = -0.70$$

- X^2 / DoF 、相関係数ともに温度の方が gas to dust mass ratio と深い関係を持つ結果を示している。
- 解析の結果として温度が高いと dust mass が小さくなる傾向がある。しかし、その影響だけでこれほどの相関にはならないだろう。



Summary

- › AKARI/FISを用いて16天体のBlue compact dwarf galaxiesを観測した。
- › SEDからLGダスト温度などの物理パラメータを算出し、metallicityとの関連性を模索した。
- › VSGとmetallicityを比較してみたが特に相関は見られなかった。
- › Engelbracht+2008のようなmetallicityとgas to dust mass ratioの顕著な関係は確認できなかった。