

「超巨大ブラックホール研究推進連絡会」

第2回ワークショップ

2014.11.03-04@筑波大



中間赤外線と可視光線を併用した AGN/銀河研究



愛媛大学 宇宙進化研究センター
鳥羽 儀樹

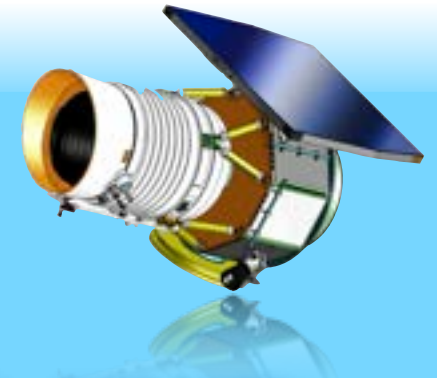


長尾 透、今西 昌俊、上田 佳宏、後藤 友嗣、大井 渚、大藪 進喜、
青木 賢太郎、松原 英雄、稲見 華恵、寺島 雄一、川口 俊宏、
Michael Strauss

「超巨大ブラックホール研究推進連絡会」

第2回ワークショップ

2014.11.03-04@筑波大



HSCとWISEを併用した 成長途上期ブラックホール探査準備



ロゴタイプ(縦書)

愛媛大学

ロゴタイプ(横書)

EHIME UNIVERSITY

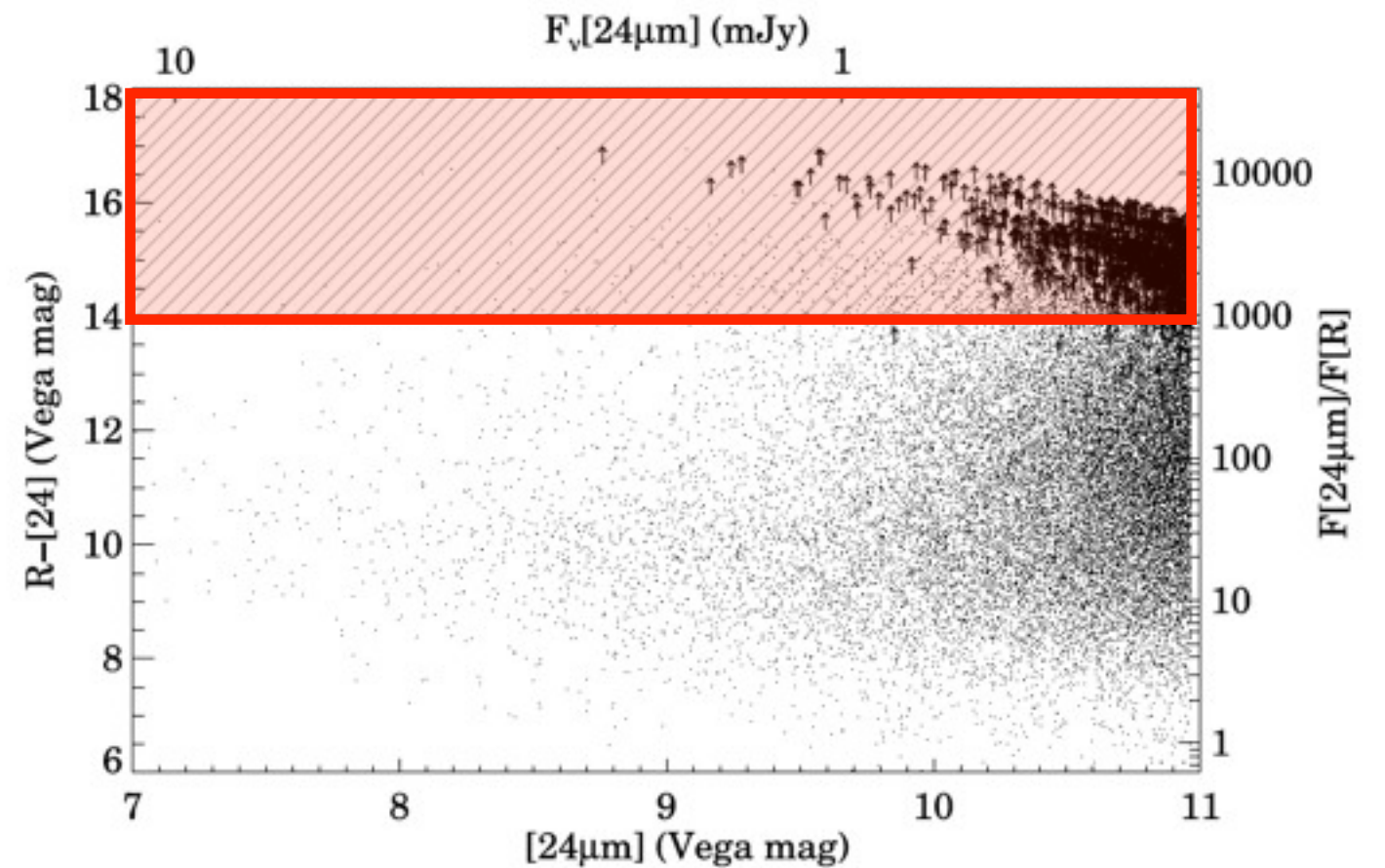
愛媛大学 宇宙進化研究センター
鳥羽 儀樹



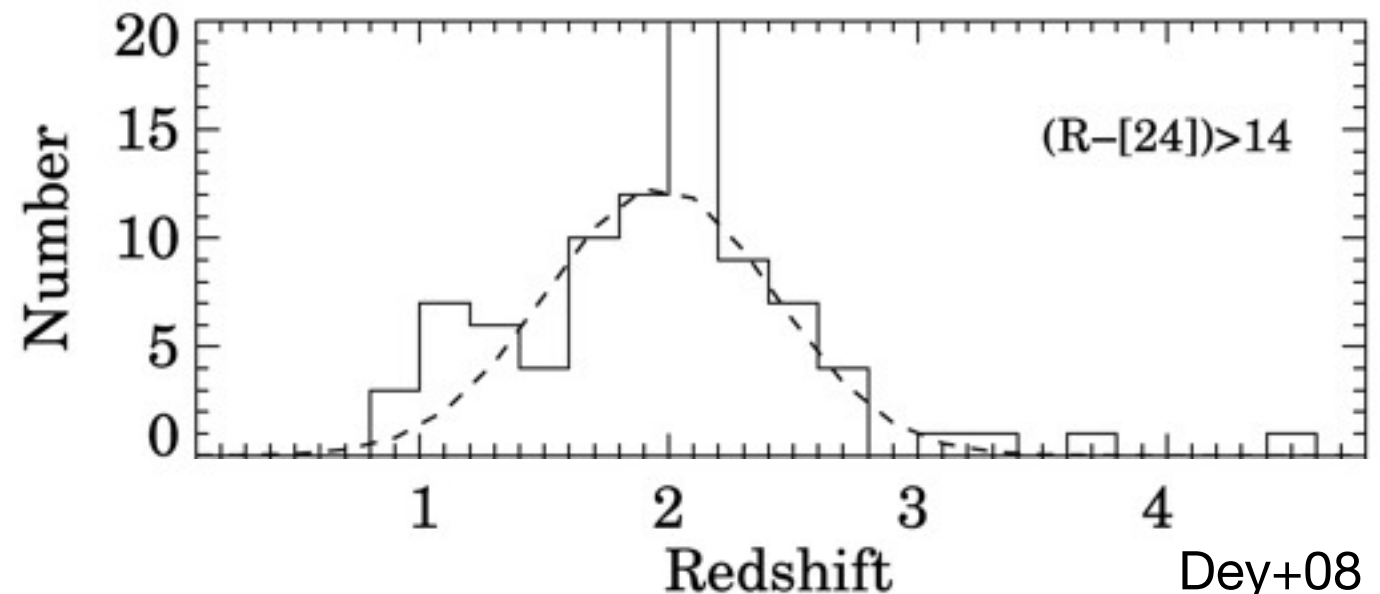
長尾 透、今西 昌俊、上田 佳宏、後藤 友嗣、大井 渚、大藪 進喜、
青木 賢太郎、松原 英雄、稲見 華恵、寺島 雄一、川口 俊宏、
Michael Strauss

Dust Obscured Galaxies

- $R - [24] \geq 14$ (vega mag)
 - 赤外線で非常に明るいにも関わらず、可視光線で非常に暗い天体
- 高赤方偏移天体 ($z \sim 2$)
 - ~ 100 個のDOGs のNear-IR および Mid-IR 分光フォローアップから $z = 1.9 \pm 0.5$ 程度に存在すると考えられている
- ULIRGs
 - 全赤外線光度分布を見ると、ほとんどの天体が超高光度赤外線銀河(ULIRGs, $L_{\text{IR}} \geq 10^{12} L_{\odot}$)



Dey+08



Dey+08 3

2種類のDOGs

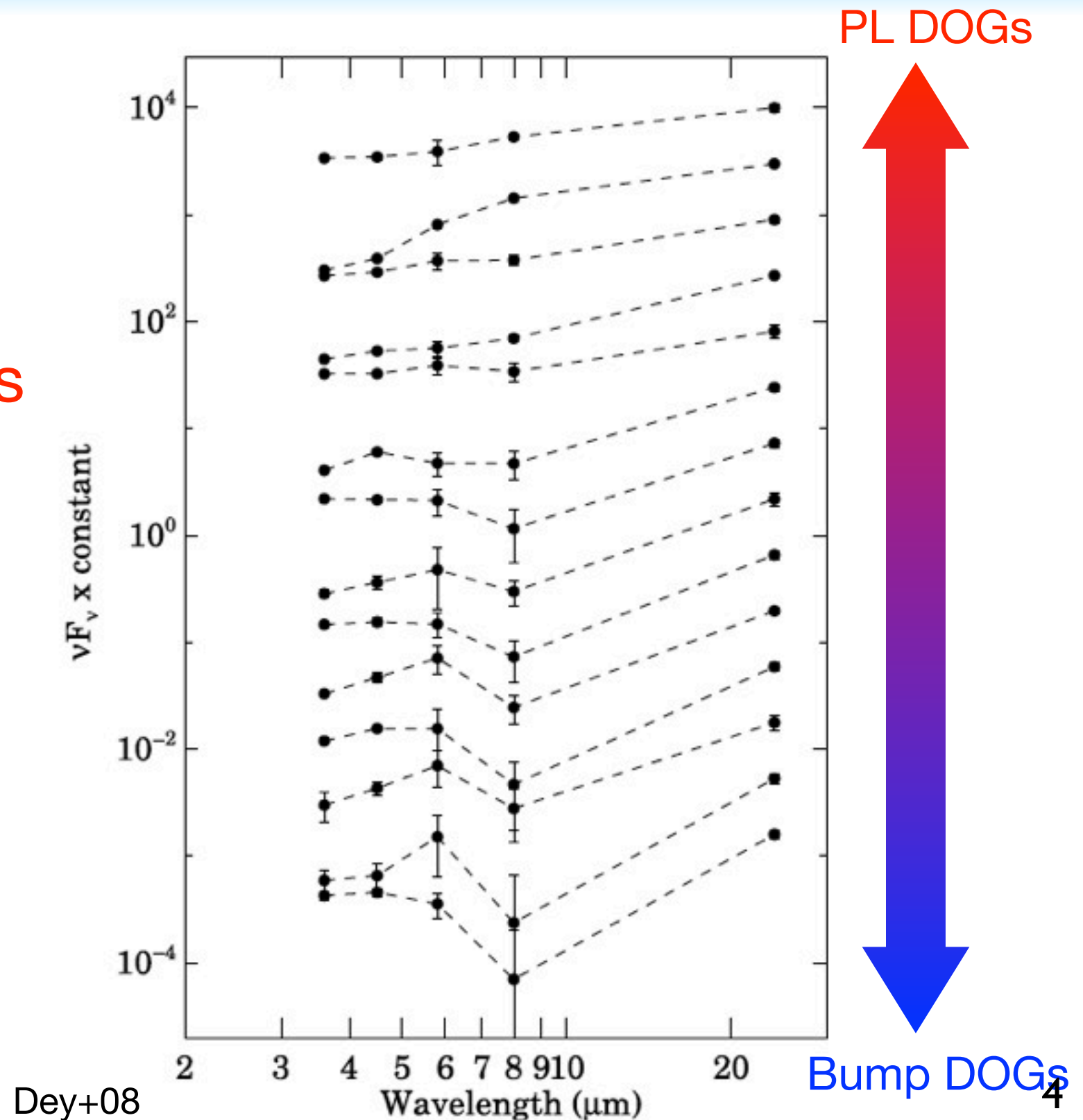
rest near-IR のSEDから
DOGsを2種類に分類

● Power-Law (PL) DOGs

- SEDがpower-law的
- AGN活動を示唆

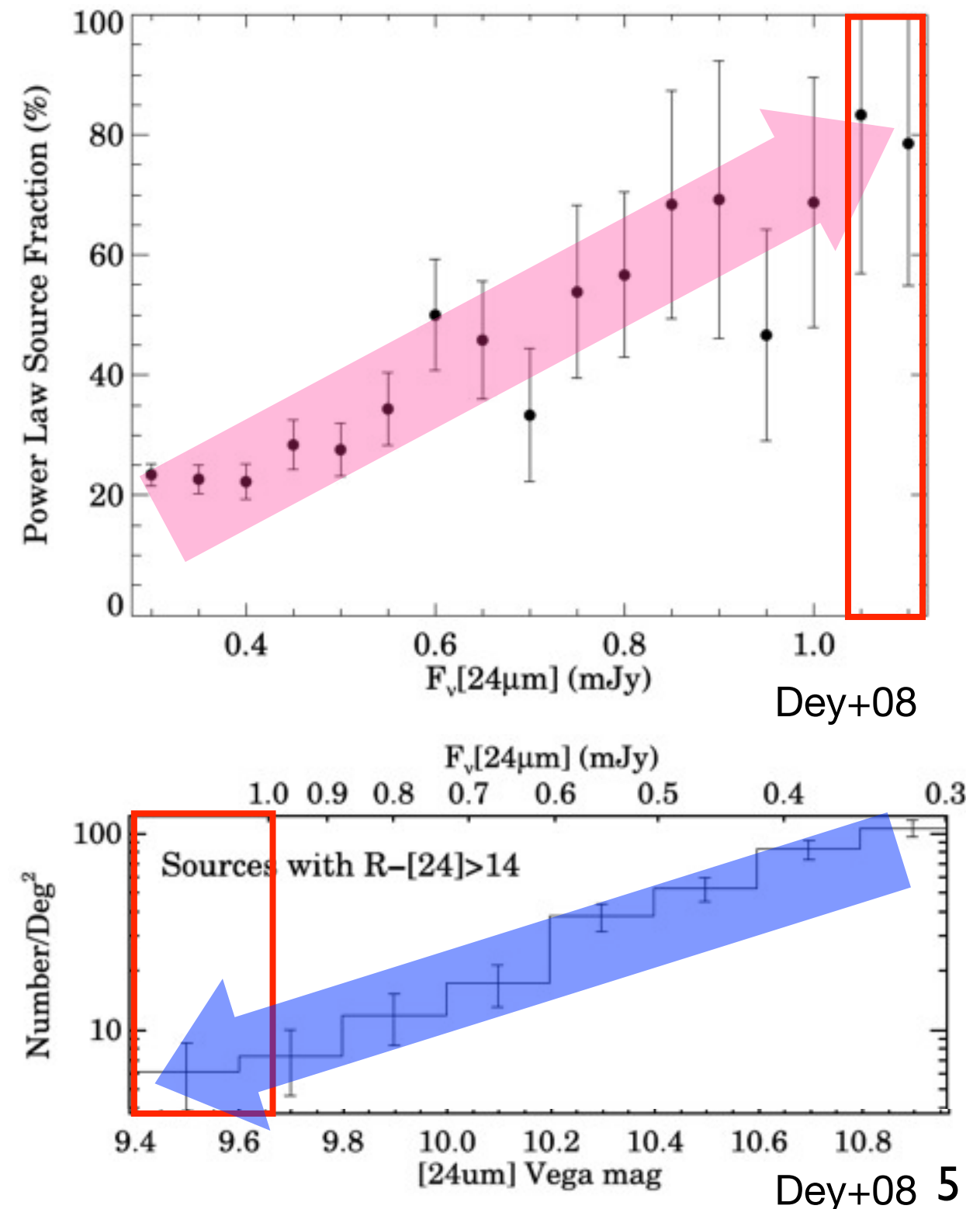
● Bump DOGs

- rest 1.6 μm にbump
- PAH が卓越
- SF活動を示唆



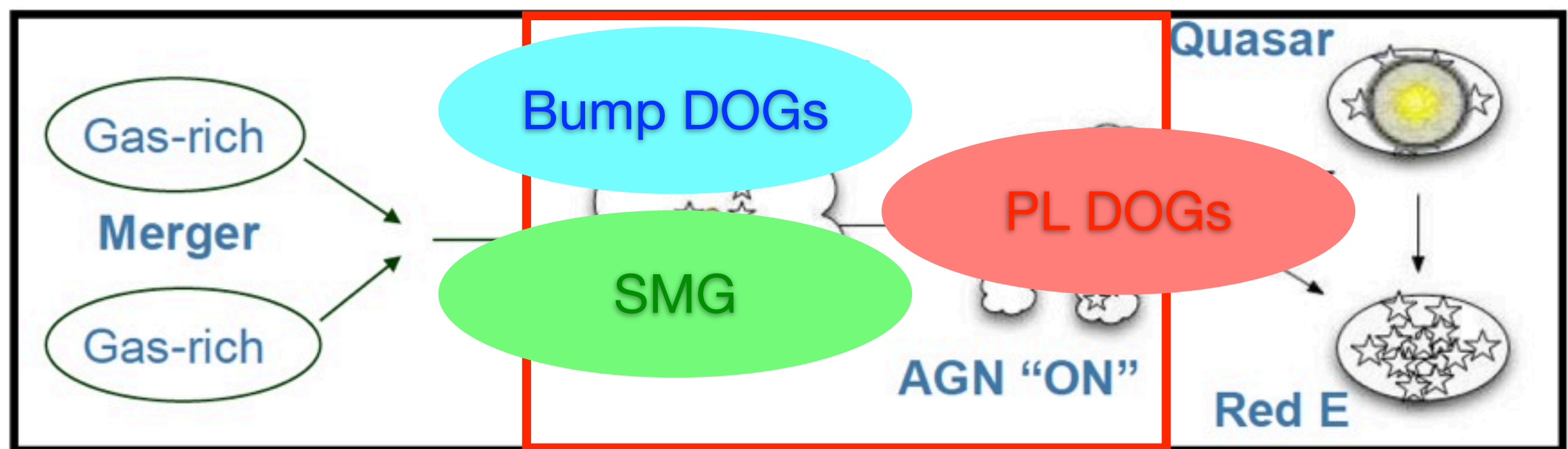
IR bright DOGs = AGN dominant DOGs

- 24 μm fluxが大きくなるほど、PL DOGs (AGN dominant DOGs) の割合が増加
- ただし、IR bright DOGsが個数密度が小さく (a few/deg²)、広域探査が不可欠



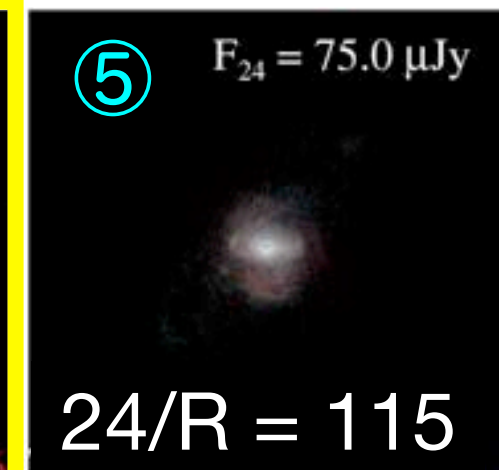
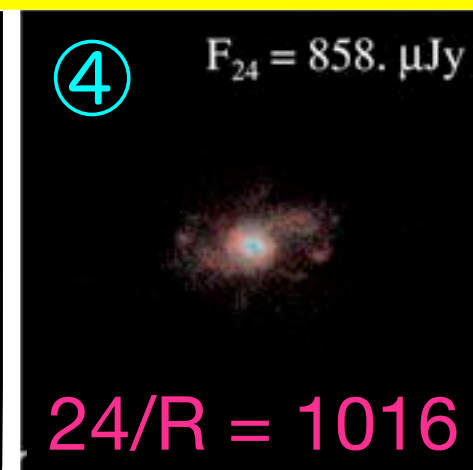
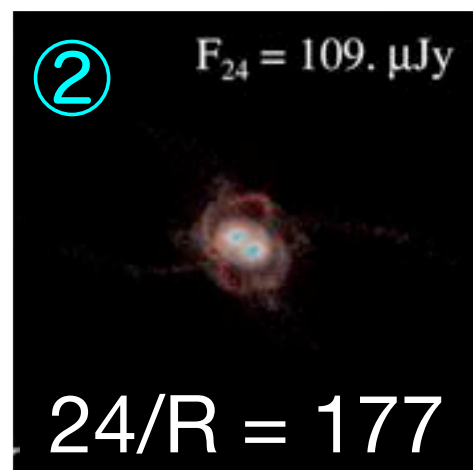
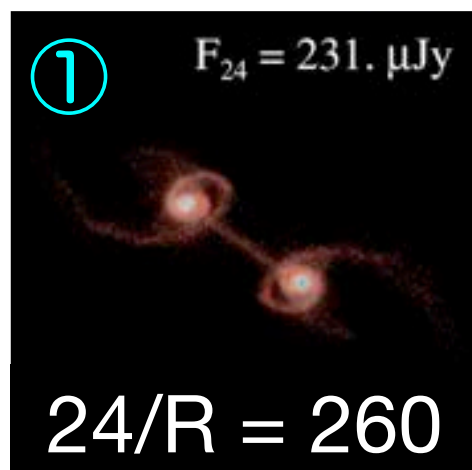
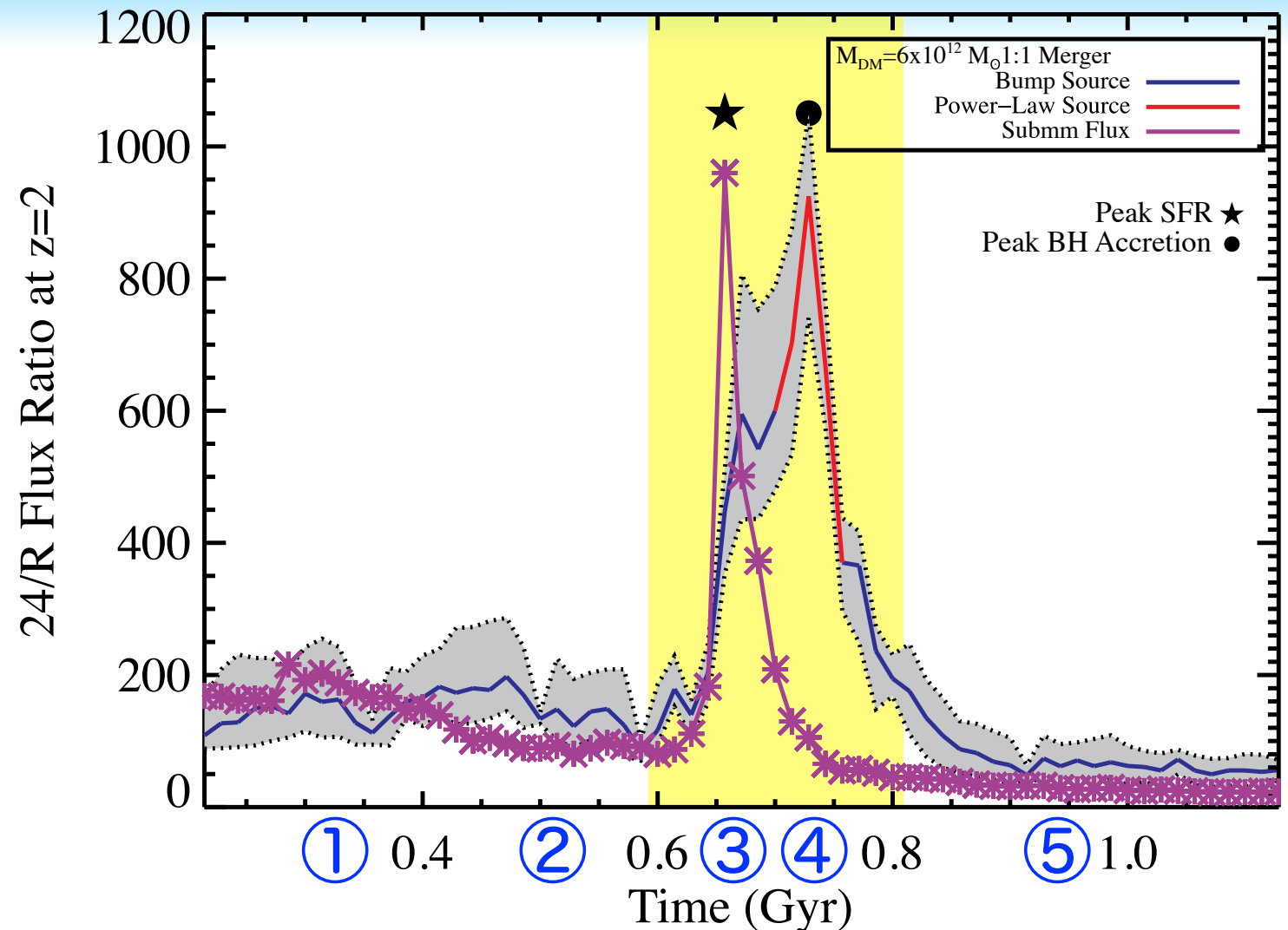
BHと銀河の共進化の観点から

- Morphology (Melbourne+08, Bussmann+11) やClusteringの強さ(Brodwin+08) などから、DOGs (Bump/PL)や サブミリ銀河(SMGs)、そして Quasarとの関連性が注目されている。
- Major mergerシナリオの立場でDOGsを概観すると、DOGsは星生成活動や、AGN活動が活発な（しかしダストに覆われているため観測困難な）システム である可能性を示唆。



BHと銀河の共進化の観点から

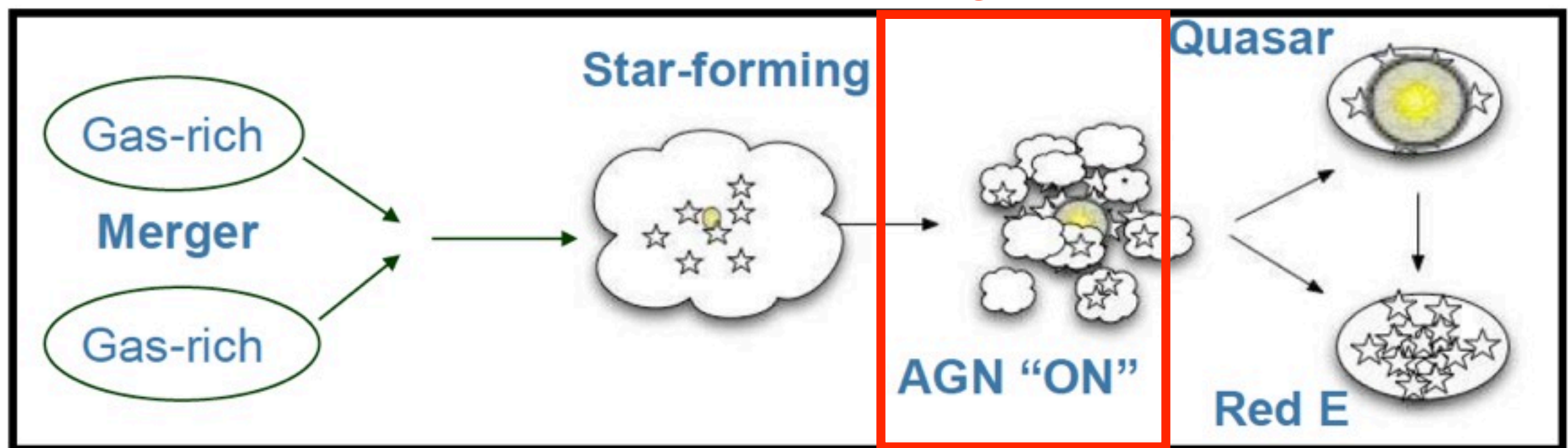
- 数値シミュレーションからも、evolutionally sequence (gas rich disk merger => Bump DOGs/SMGs => PL DOGs) を示唆
- 特に PL DOGsは BH accretion のpeakの時期を見ている可能性があり、成長真っ盛りのBHが潜んでいるかもしれない



IR bright DOGs 探査の意義

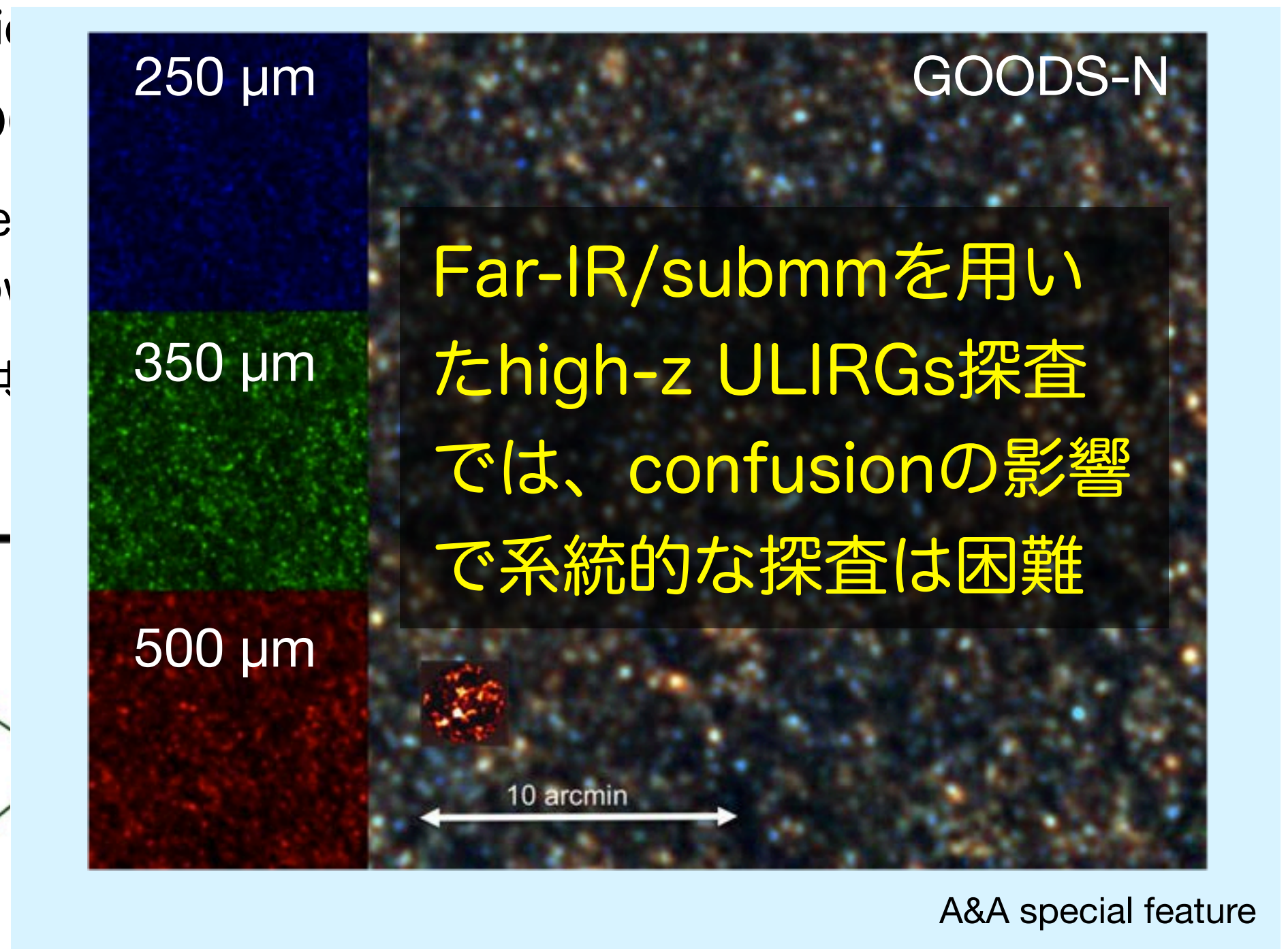
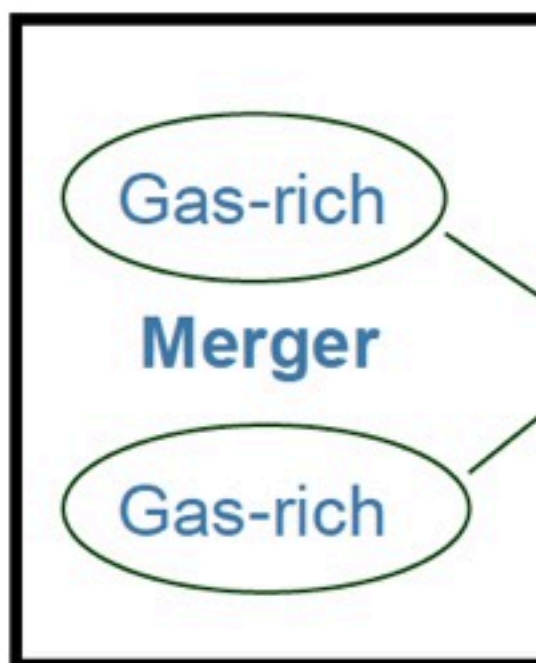
- DOGs \approx optically faint ULIRGs at $z \sim 2$
- IR bright DOGsのほとんどは、AGN dominant DOGsであることが期待
- Major merger シナリオを仮定すると、IR bright DOGs中には、形成途上期のBH (low mass, high accretion rate)が潜んでいる可能性がある
- 銀河とBHの共進化に、これまでとは違った観点から制限を与えられる

IR bright DOGs

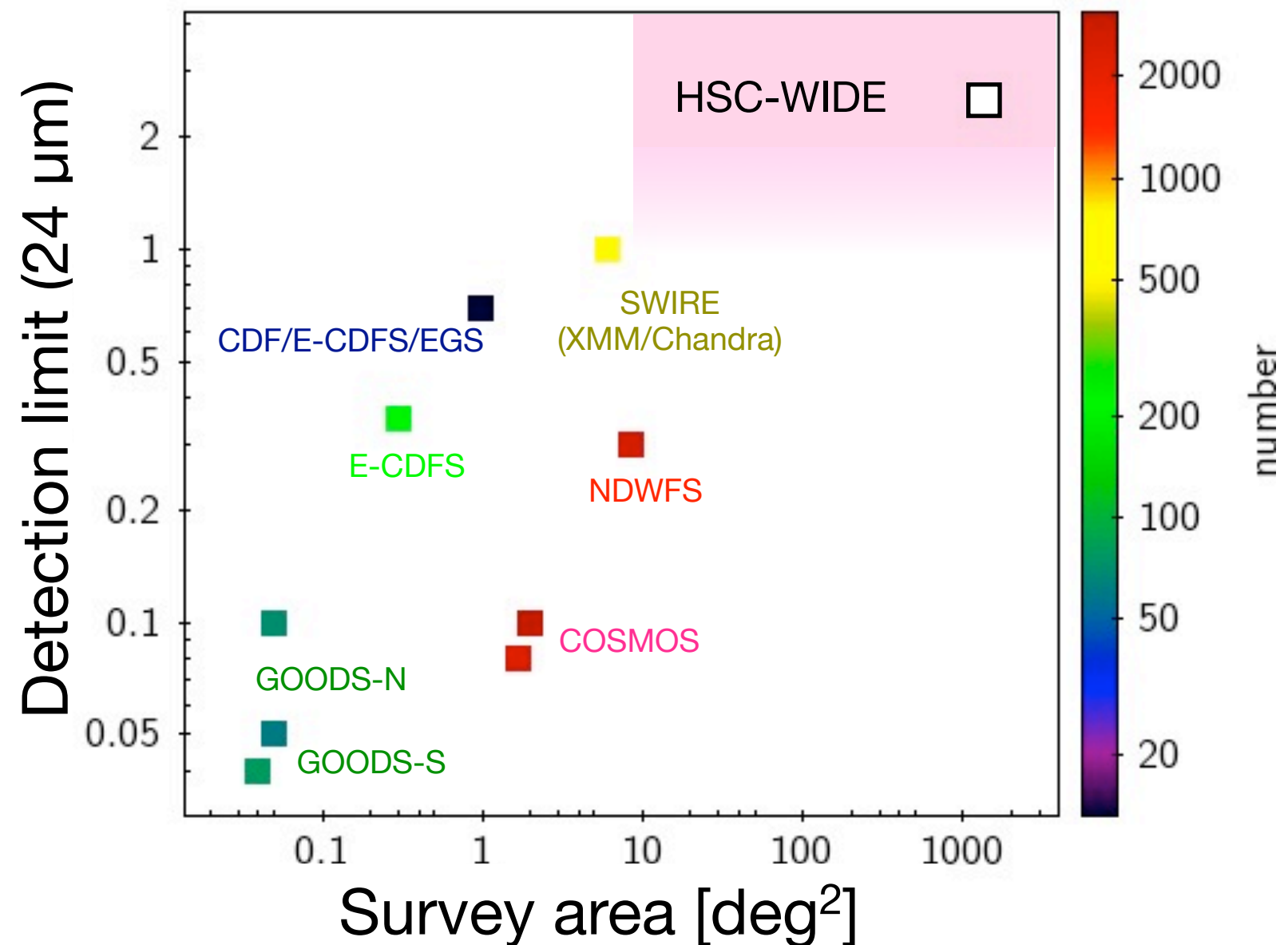


IR bright DOGs 探査の意義

- DOGs \approx optically bright
- IR bright DOGs
- Major merger
上期のBH (low)
- 銀河とBHの共

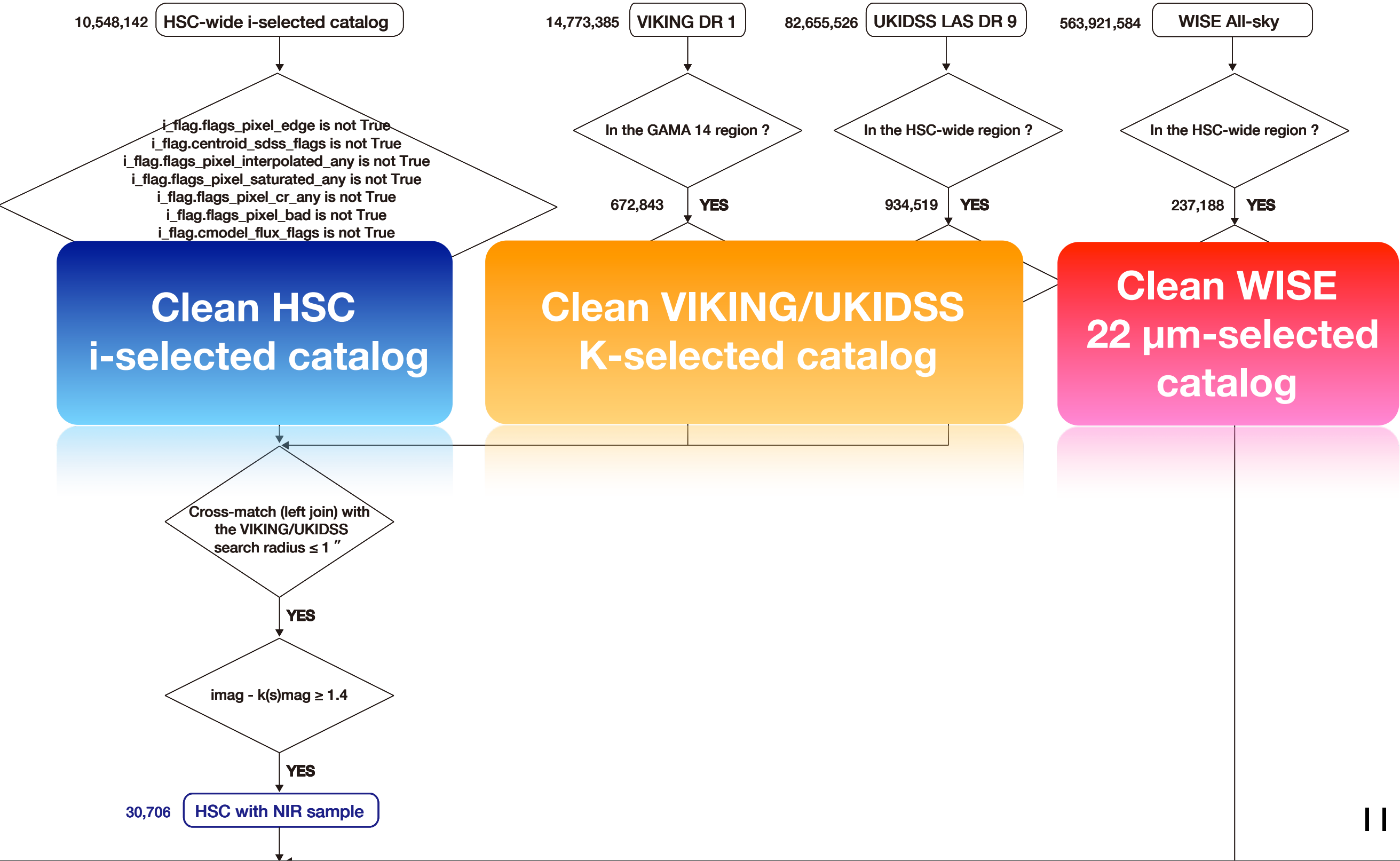


Previous Search for DOGs



IR bright DOGs 探査という観点では HSC
+WISE はユニークかつベストな手法

Sample Selection



i_flag.centroid_sdss_flags is not True
i_flag.flags_pixel_interpolated_any is not True
i_flag.flags_pixel_saturated_any is not True
i_flag.flags_pixel_cr_any is not True
i_flag.flags_pixel_bad is not True
i_flag.cmodel_flux_flags is not True

672,843 YES

934,519 YES

237,188 YES

**Clean HSC
i-selected catalog**

**Clean VIKING/UKIDSS
K-selected catalog**

**Clean WISE
22 μ m-selected
catalog**

Cross-match (left join) with
the VIKING/UKIDSS
search radius $\leq 1''$

YES

$\text{imag} - k(s)\text{mag} \geq 1.4$

YES

30,706

HSC with NIR sample

Cross-match with WISE
search radius $\leq 3''$

125 YES

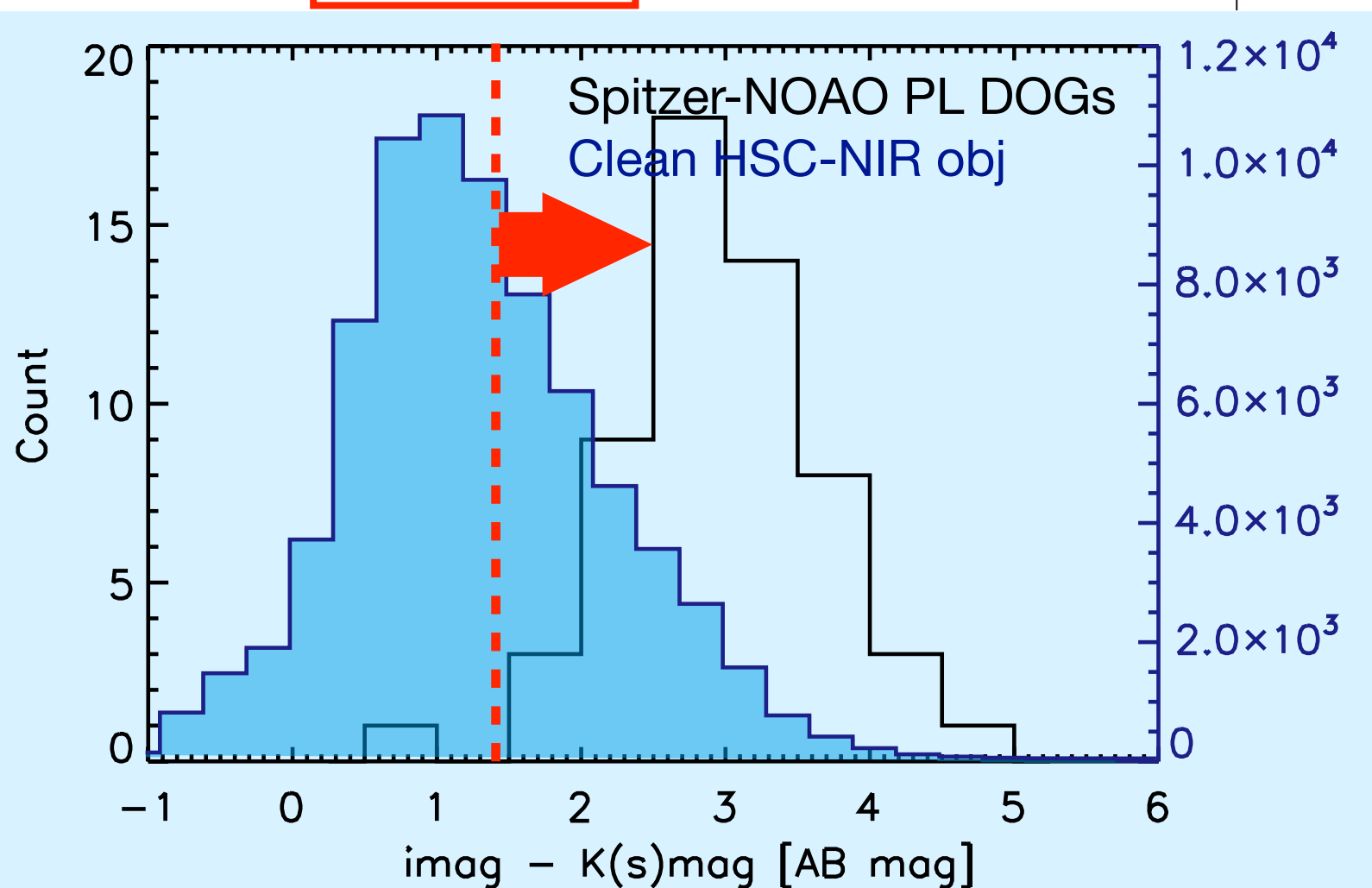
$\text{imag} - [22] \geq 7.0$

YES

26

HSC-WISE DOGs

$$i - k \geq 1.4$$



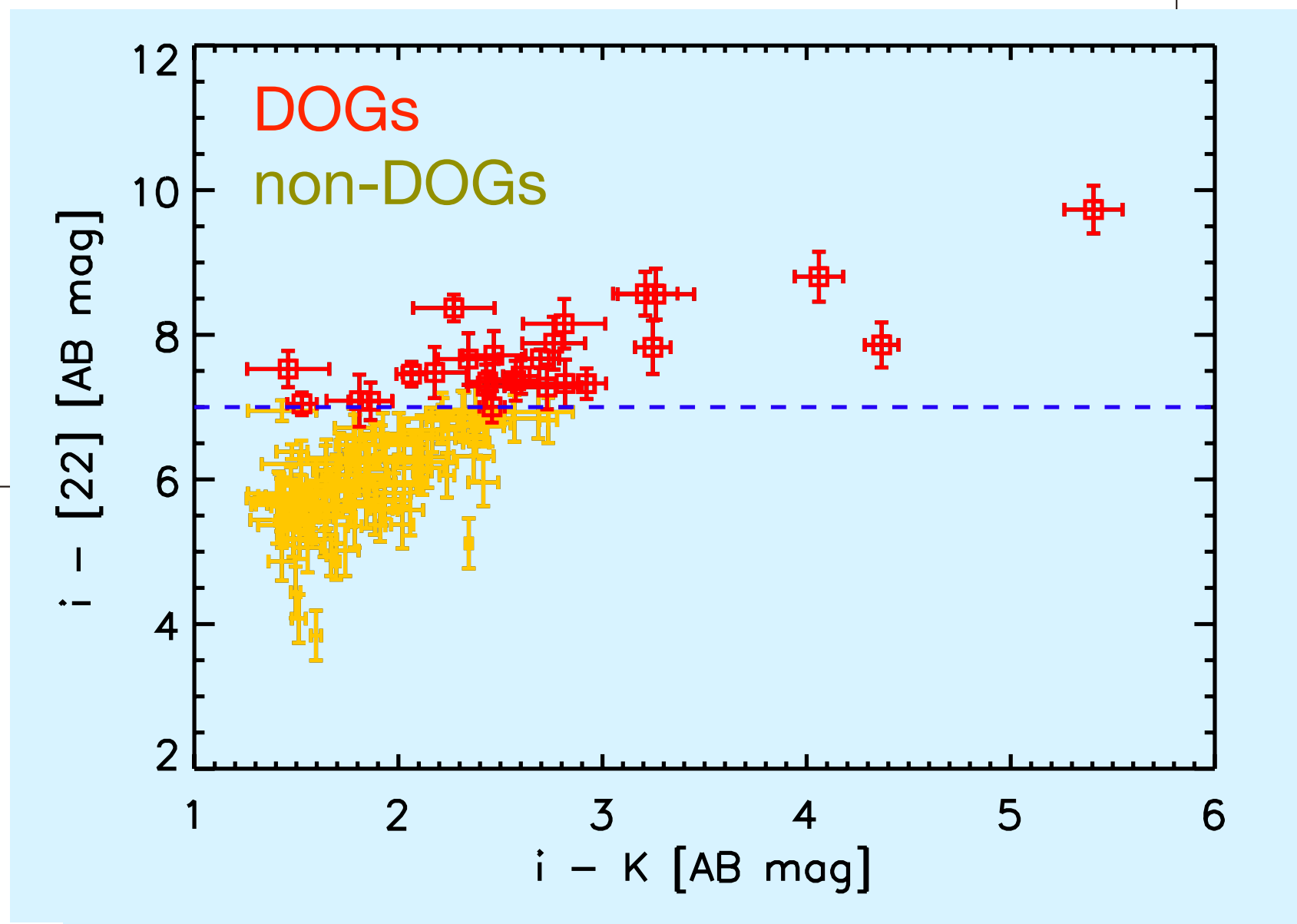
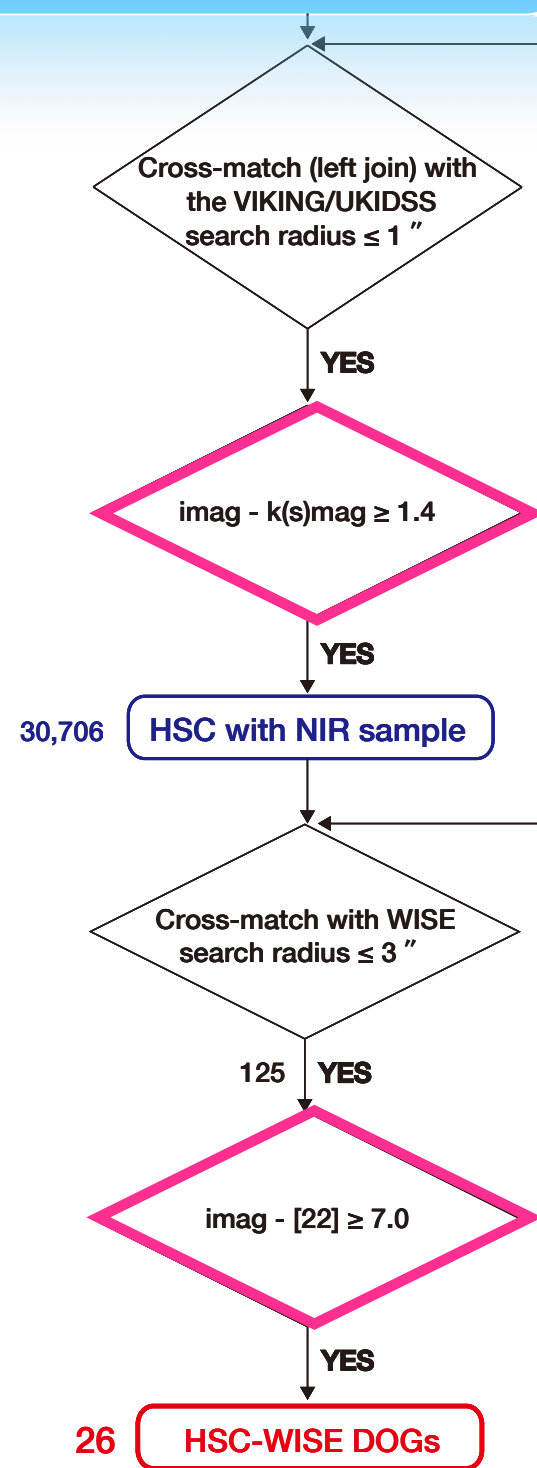
i_flag.centroid_sdss_flags is not True
i_flag.flags_pixel_interpolated_any is not True
i_flag.flags_pixel_saturated_any is not True
i_flag.flags_pixel_cr_any is not True
i_flag.flags_pixel_bad is not True
i_flag.cmodel_flux_flags is not True

672,843 YES

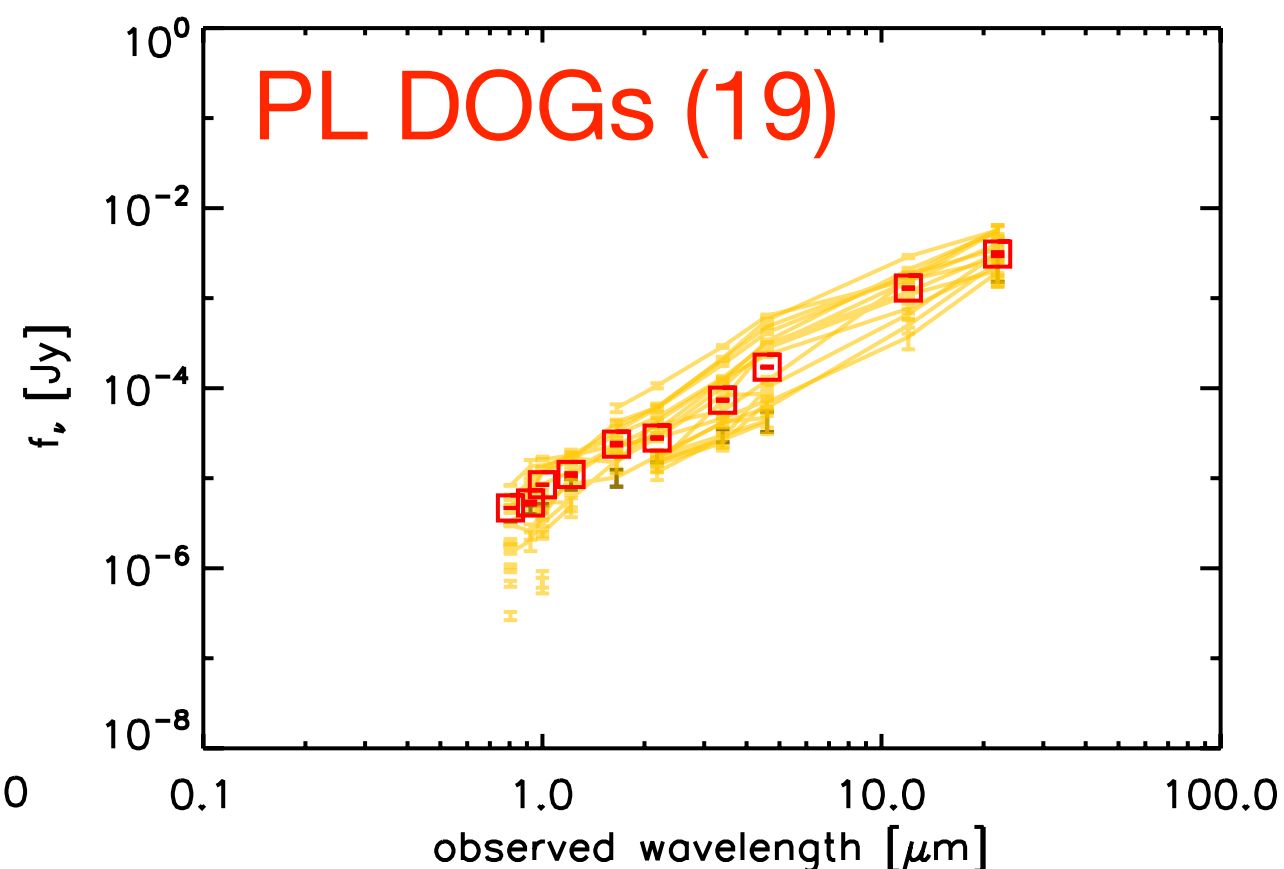
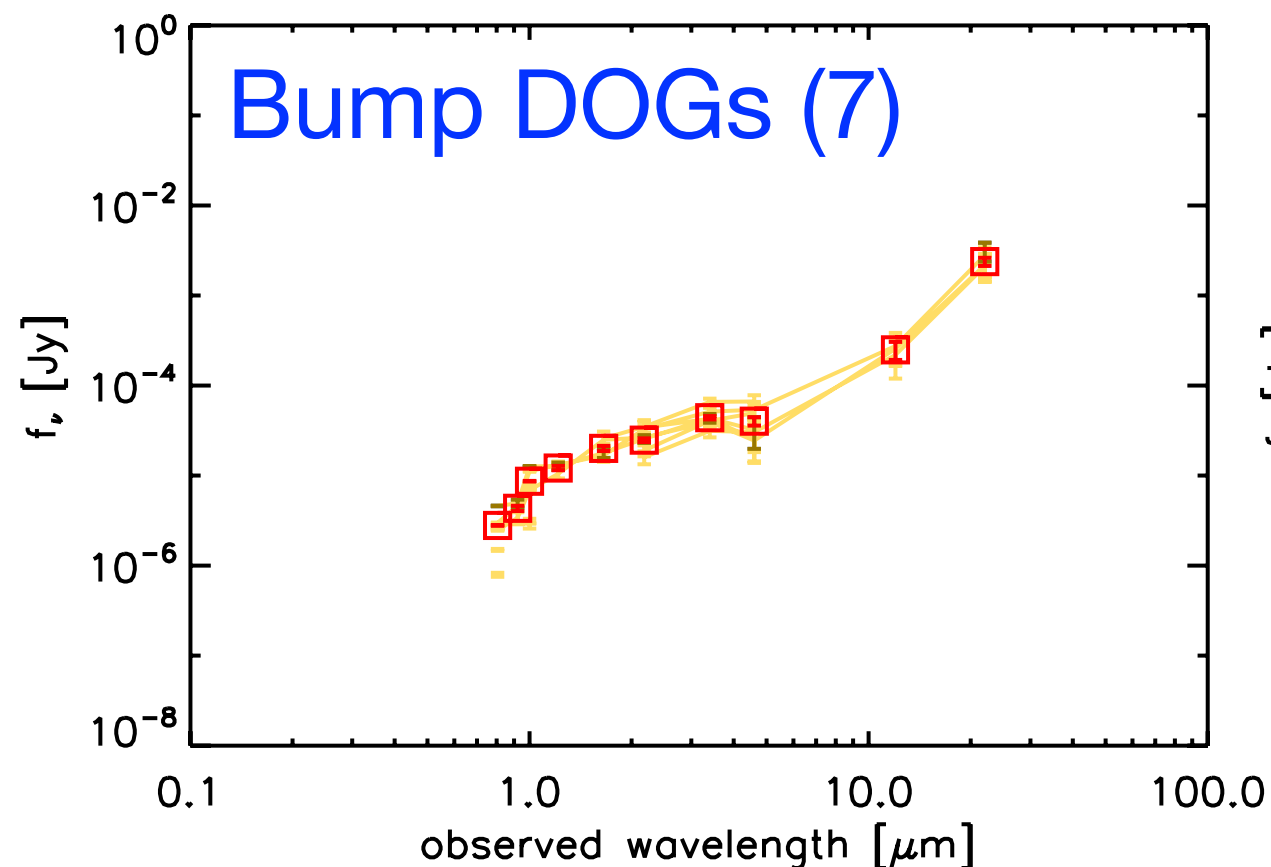
934,519 YES

237,188 YES

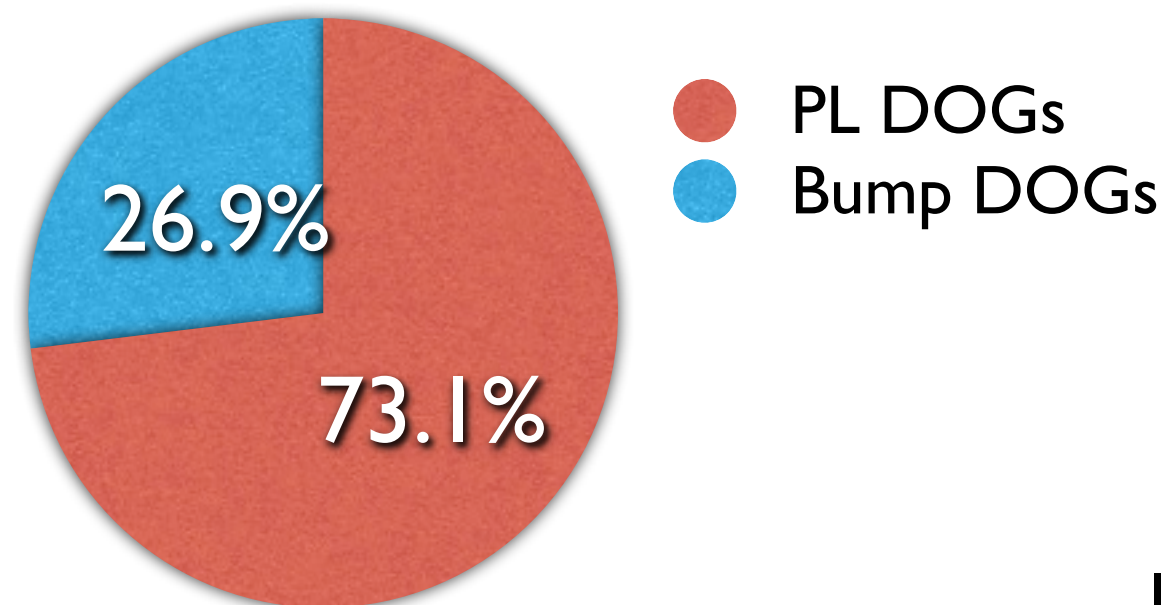
HSCとWISEを用いて26個のDOGsを選出



Composite SED for DOGs

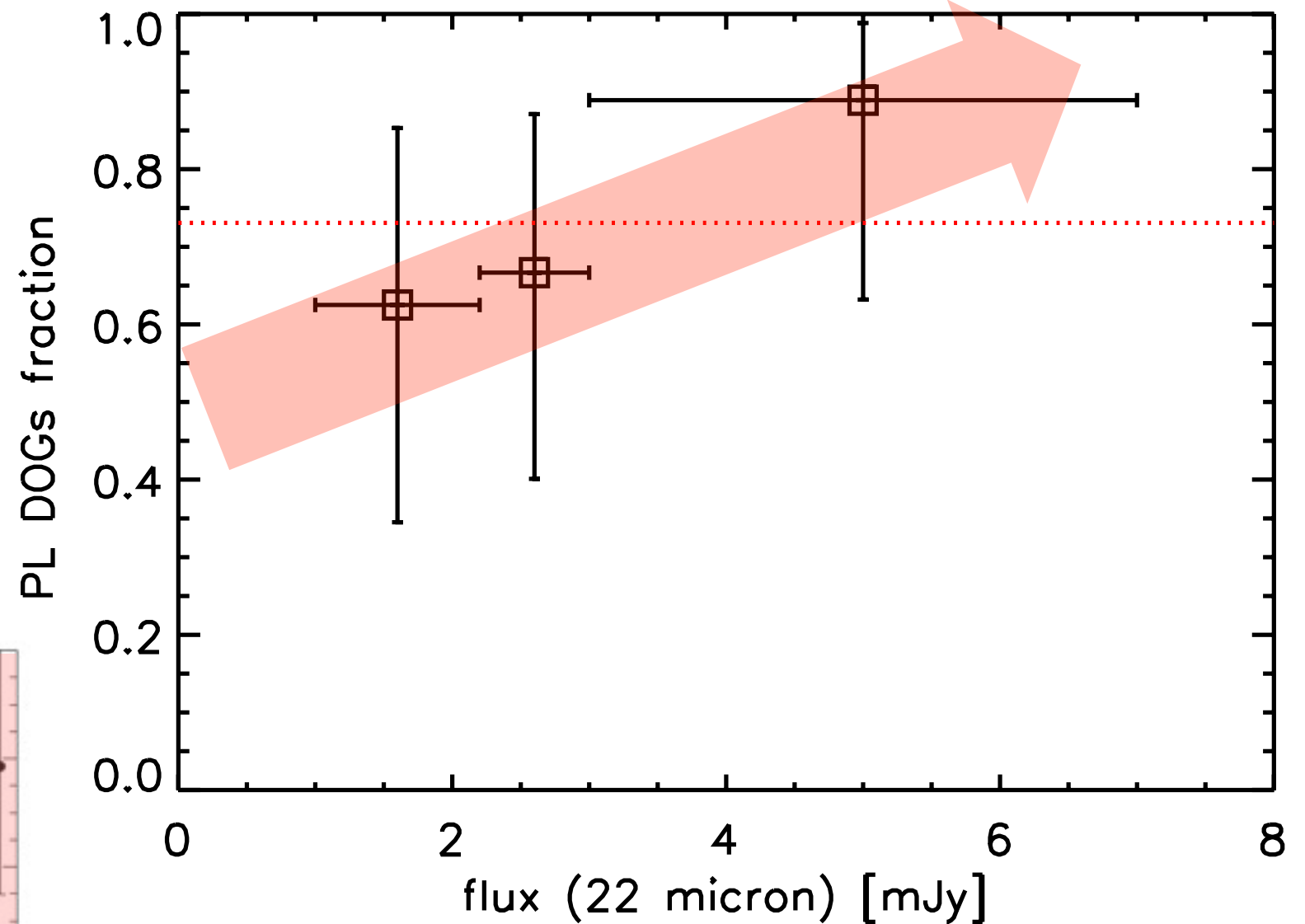
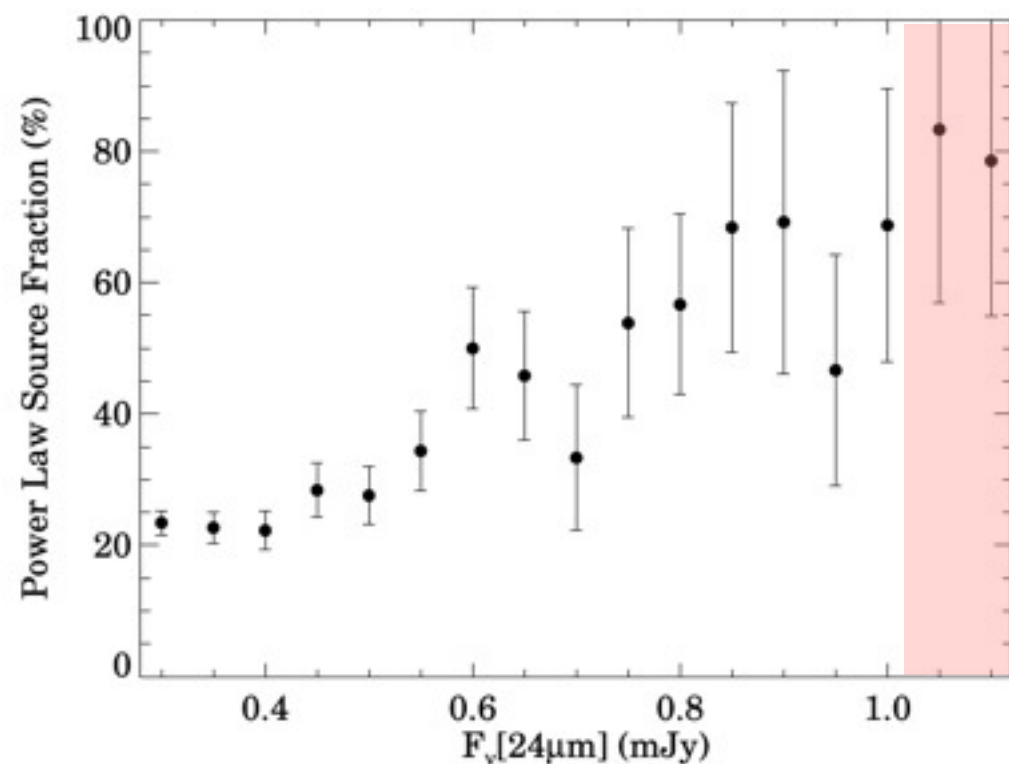


IR bright DOGs の約7割が
PL DOGsであることを確認



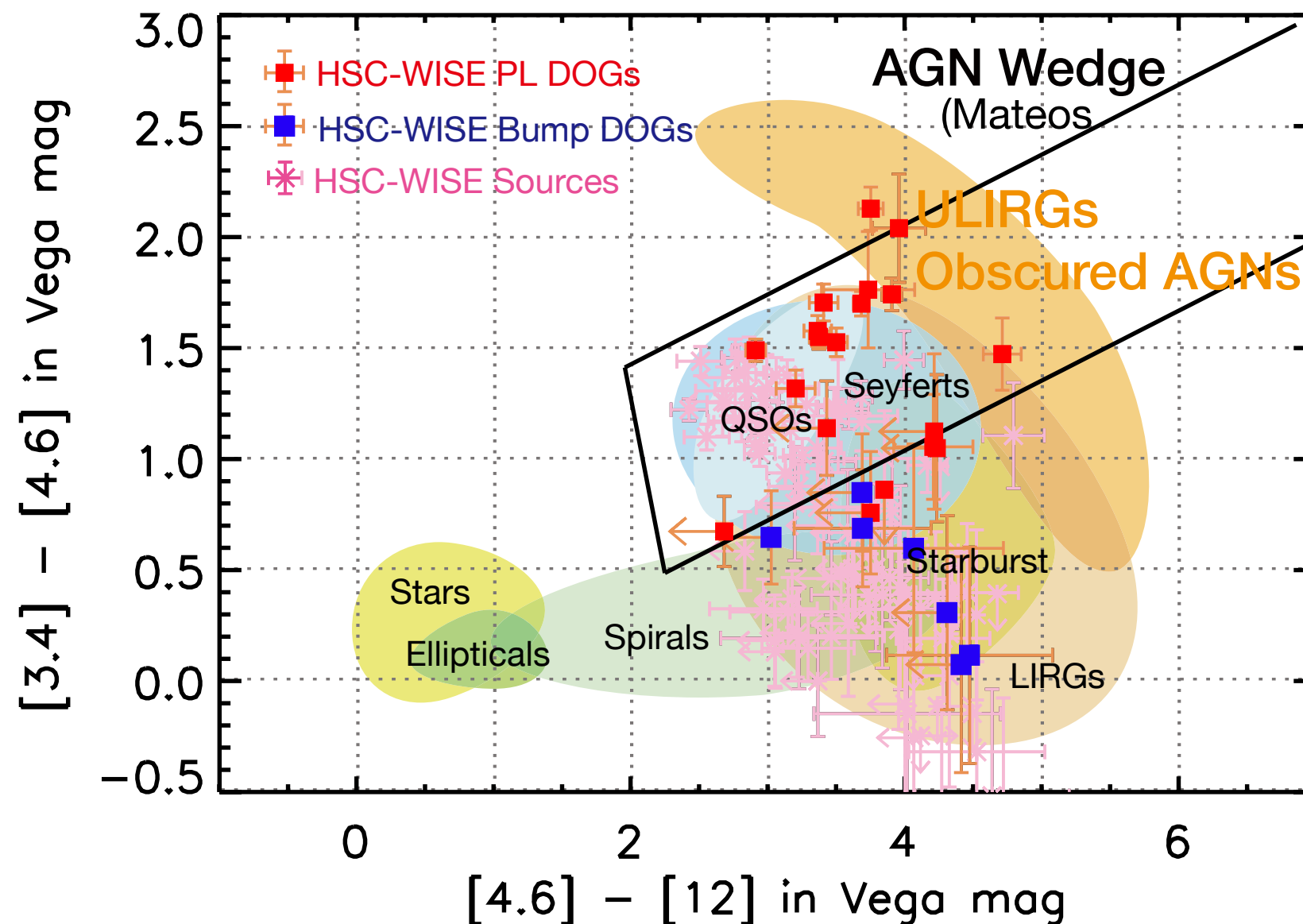
PL DOGs fraction vs. 22 μm flux

IRが明るくなるほど、PL DOGsの割合が増えて行く傾向を確認









Dey+08

WISE color for HSC-WISE DOGs



AGNの示すWISE colorとconsistent

Summary

-  HSC-wide (S14A, $\sim 18 \text{ deg}^2$)にWISEを併用することで、26個のIR bright DOGsを発見
 -  このうち、約73% (19/26) がPower-law (PL) DOGs
 -  IR (22 μm) fluxの増加とともに、PL DOGs の割合が増えることを確認 (先行研究とconsistent)
 -  WISE のcolor-color diagram図上でも、PL DOGsがAGN dominantであることを示唆
-
-  26天体については、SINFONI@VLT に近赤外線分光フォローアップ提案を提出済み (PI: Y.Toba)
 -  赤方偏移分布を仮定することで、大雑把に空間個数密度などを算出し、先行研究と比較予定