

# 広域多波長観測データを用いた ダストに覆われた銀河の調査



卒業研究発表会 2月14日(水)  
吉田 猛人



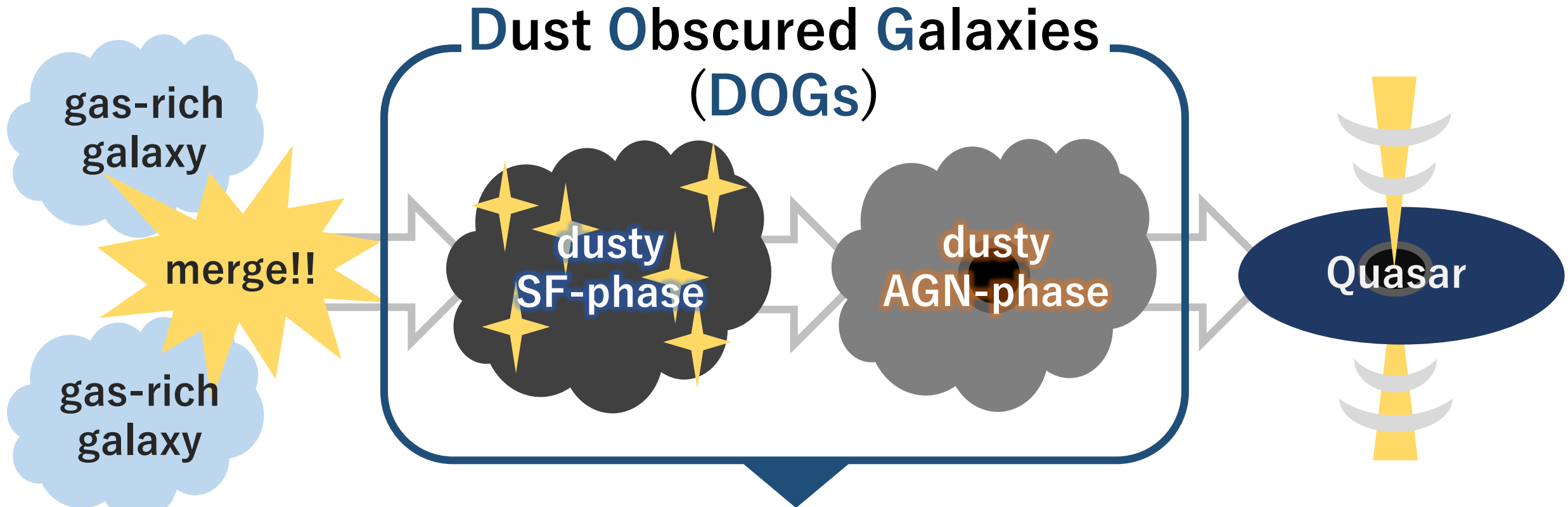
# Introduction

---

- merger scenario
- DOGs の特徴と定義
- DOGs の種類
- 本研究の新規性

# merger scenario

活動銀河核 (AGN) と母銀河の共進化モデル  
(e.g., Hopkins et al. 2006; Sanders et al. 1988)



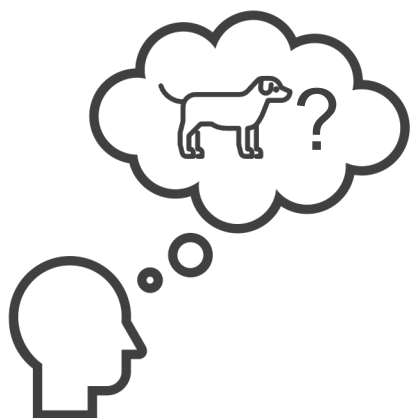
<< DOGs の理解が共進化の理解に繋がる >>

## DOGs とは？ (Dust Obscured Galaxies; Dey et al. 2008)

文字通りダストに覆われた銀河

可視光波長帯：非常に暗く観測  
(ダストによる減光)

赤外線波長帯：明るく観測

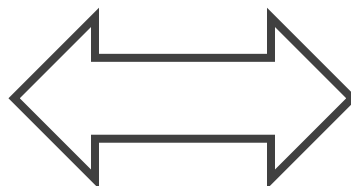


### 定義

$$R - [24] > 14$$

Vega mag  
(Dey et al. 2008)

consistent



$$i - [22] > 7.0$$

AB mag  
(Toba et al. 2015)

## Bump DOGs

特徴

星形成活動が支配的

SED\* の形

\*Spectral Energy Distribution

静止系  $1.6 \mu\text{m}$  での  
フラックス超過

( $1.6 \mu\text{m}$  flux excess)

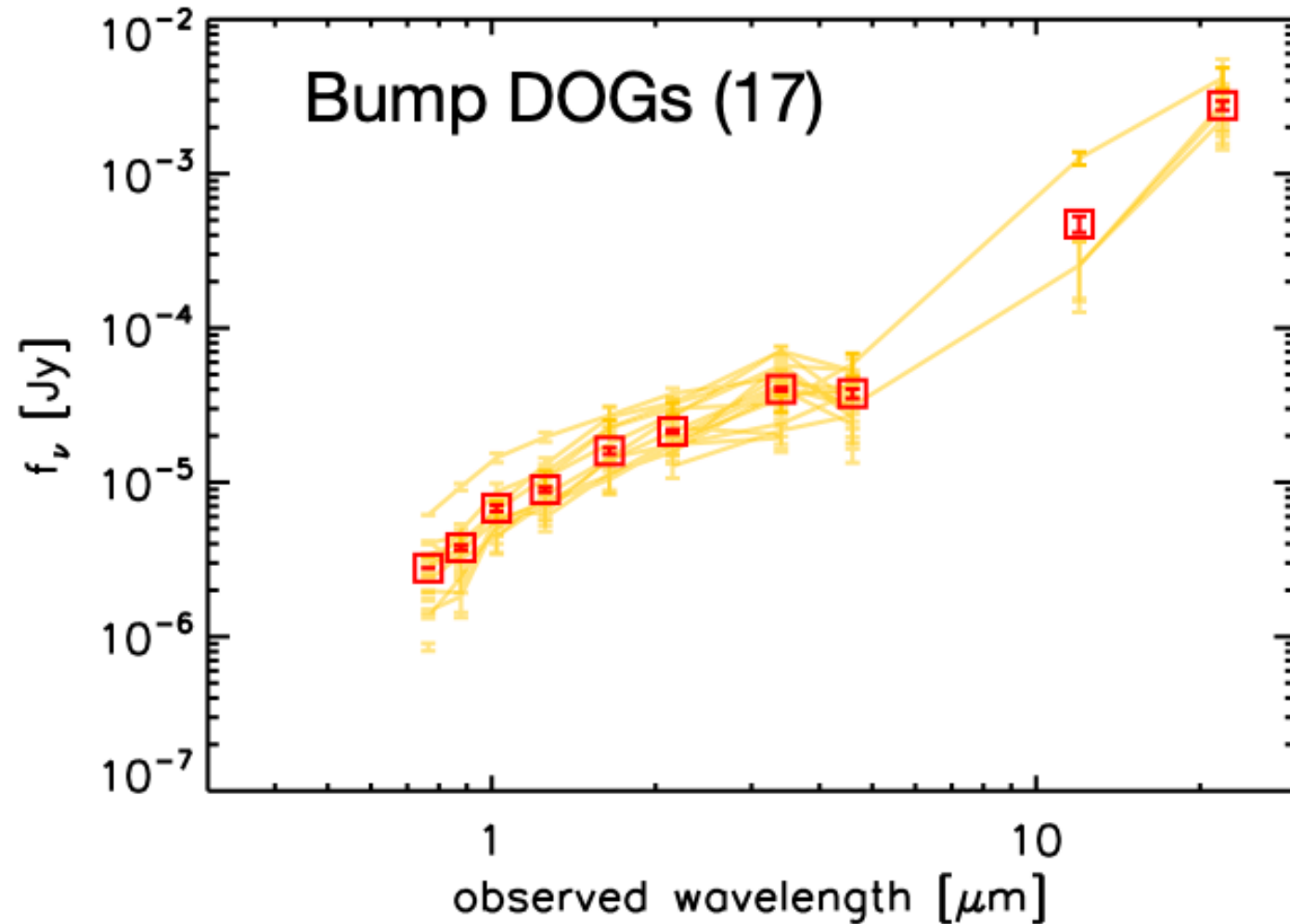


Fig. 1: Bump DOGs の SED の例  
(Toba et al. 2015 の Fig. 10. から引用)

## Power-law (PL) DOGs

特徴

AGN の活動が支配的

SED\* の形

\*Spectral Energy Distribution

長波長側に向かい

連続的に増加

(power-law に従う)

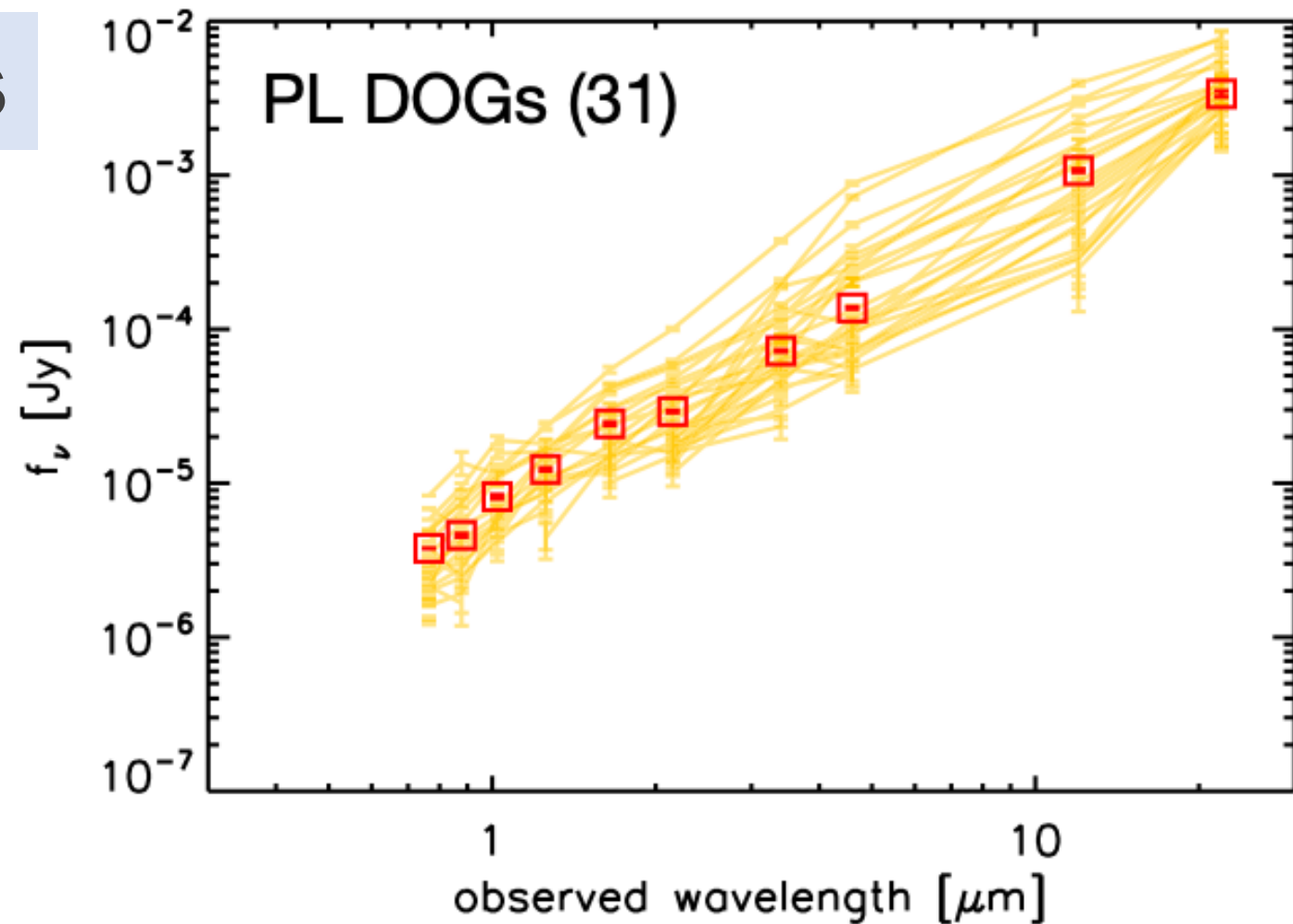
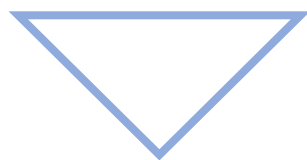


Fig. 2: PL DOGs の SED の例  
(Toba et al. 2015 の Fig. 10. から引用)

先行研究に比べ**広域**

DOGs の探査 :  $\sim 800 \text{ deg}^2$

DOGs の分類 :  $\sim 63 \text{ deg}^2$



個数密度の低い  
**高光度天体**  
の発見が期待できる

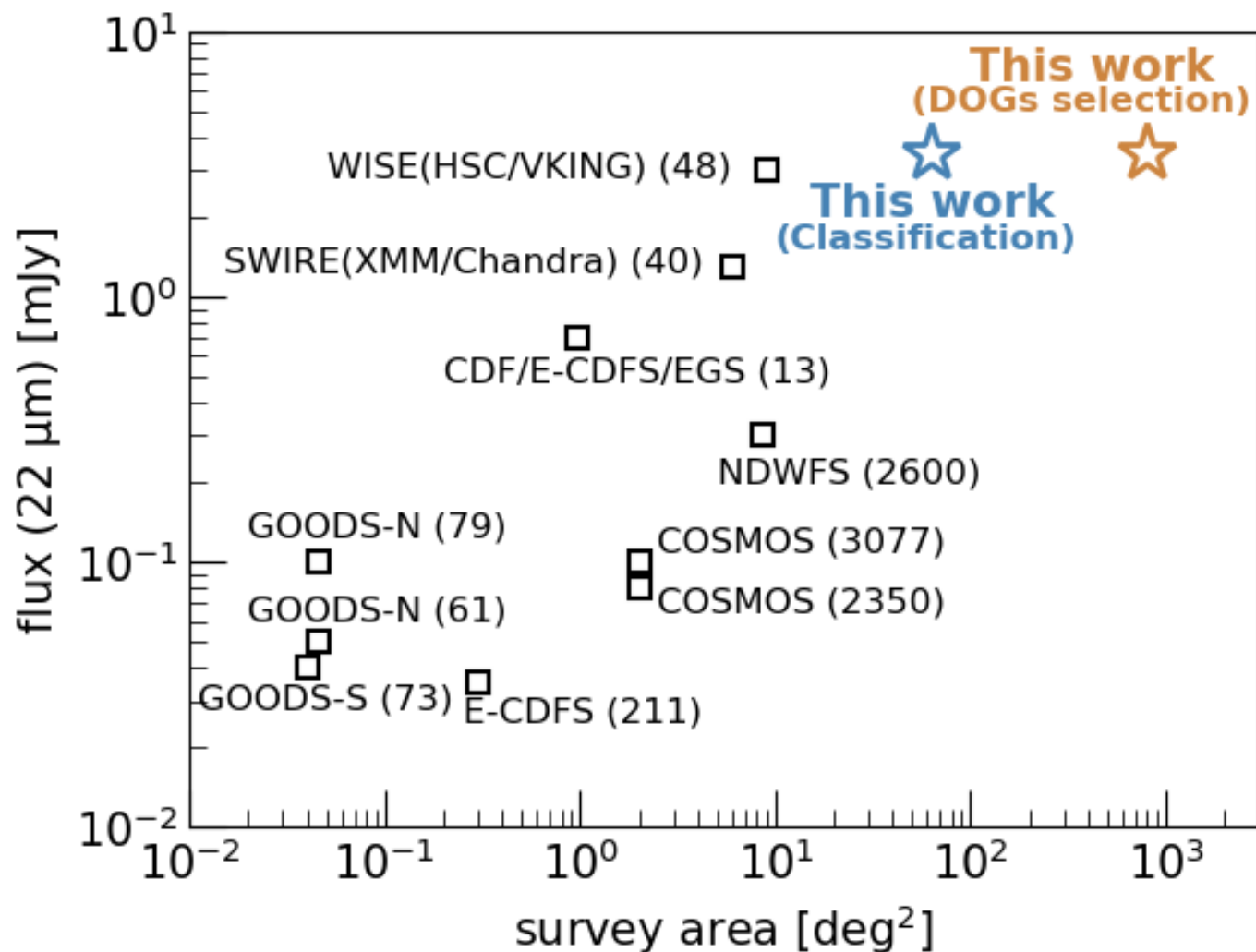


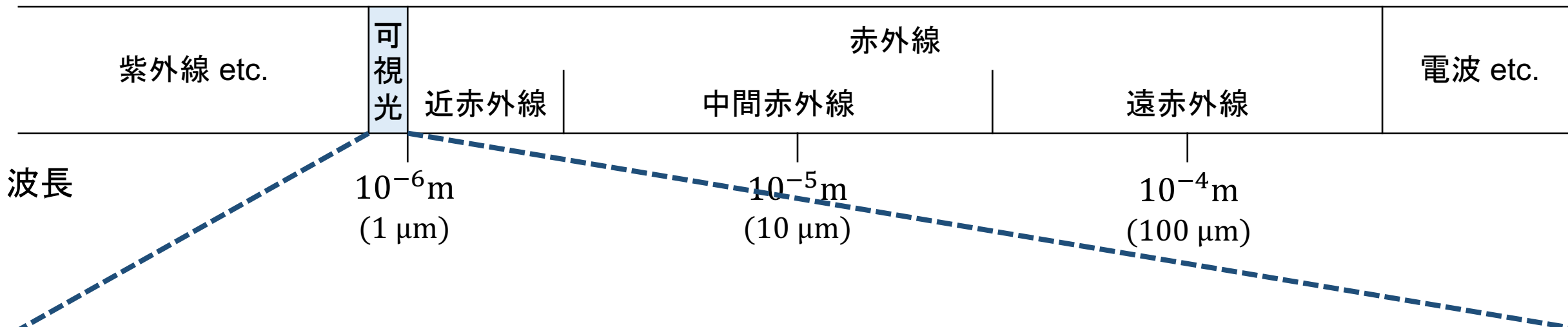
Fig. 3: 先行研究の探査域の広さと 22 μm での感度の深さ (詳細は Appendix)

# Data

---

- 可視光波長帯データ
- 近赤外線波長帯データ
- 中間赤外線波長帯データ





## UNIONS multi-band catalog

(The Ultraviolet Near Infrared Optical Northern Survey)

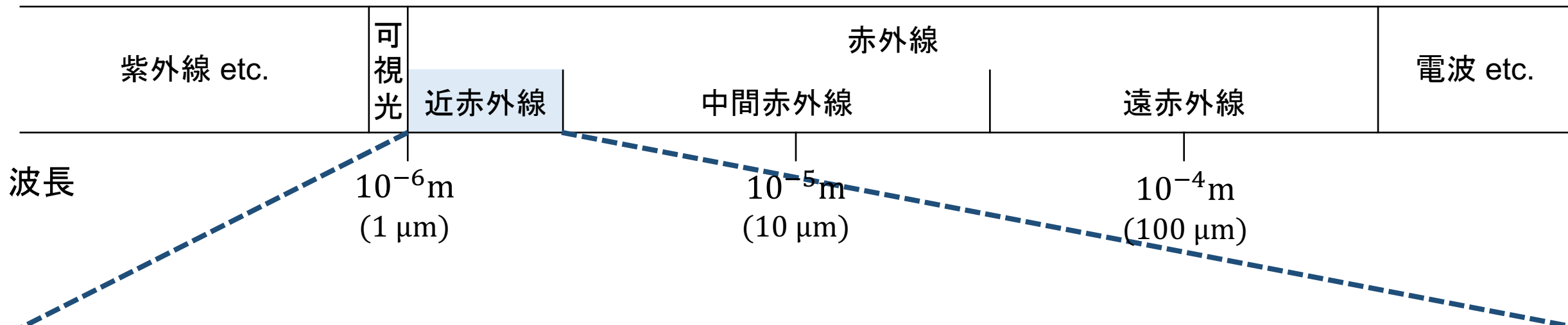
波長帯 : 可視光波長帯

探査域 : ~ 800 deg<sup>2</sup>

*u* & *r* band : CFIS

*g* band : HSC

*i* & *z* band : Pan-STARRS



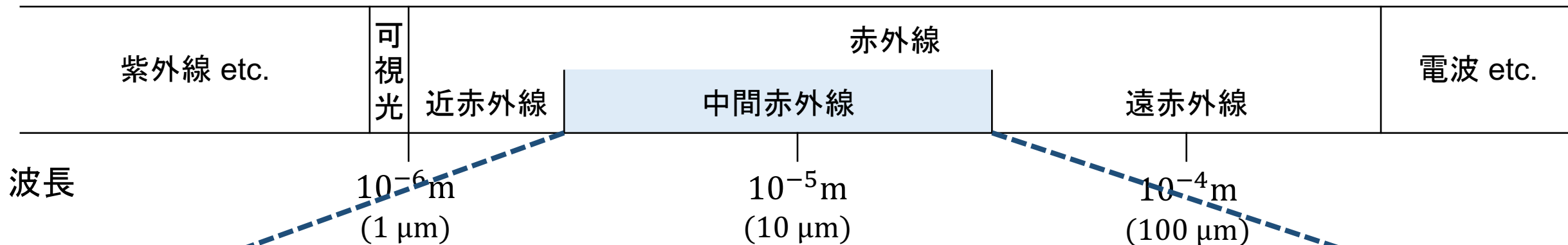
## UKIDSS Large Area Survey (LAS) data

(The UKIRT Infrared Deep Sky Survey)

波長帯 : 近赤外線波長帯 (NIR)    *Y, J, H, K* band

探査域 : 4028 deg<sup>2</sup>

(Reference: Lawrence et al. 2007; Hewett et al. 2006)



## WISE AllWISE catalog

(Wide-Field Infrared Survey Explorer)

波長帯：中間赤外線波長帯 (MIR) 3.4, 4.6, 12, 22  $\mu$ m

探査域：全天

(Reference: Wright et al. 2010; Cutri et al. 2014)

# Results

---

- DOGs の探査
- DOGs の分類
- AGN wedge
- PL DOGs の割合  
vs 22  $\mu\text{m}$  フラックス

UNIONS – WISE で  
3” マッチング (詳細は Appendix)

$$i - [22] > 7.0$$

を用いて DOGs selection

発見したDOGs

**3,743** 天体  
(over ~ 800 deg<sup>2</sup>)

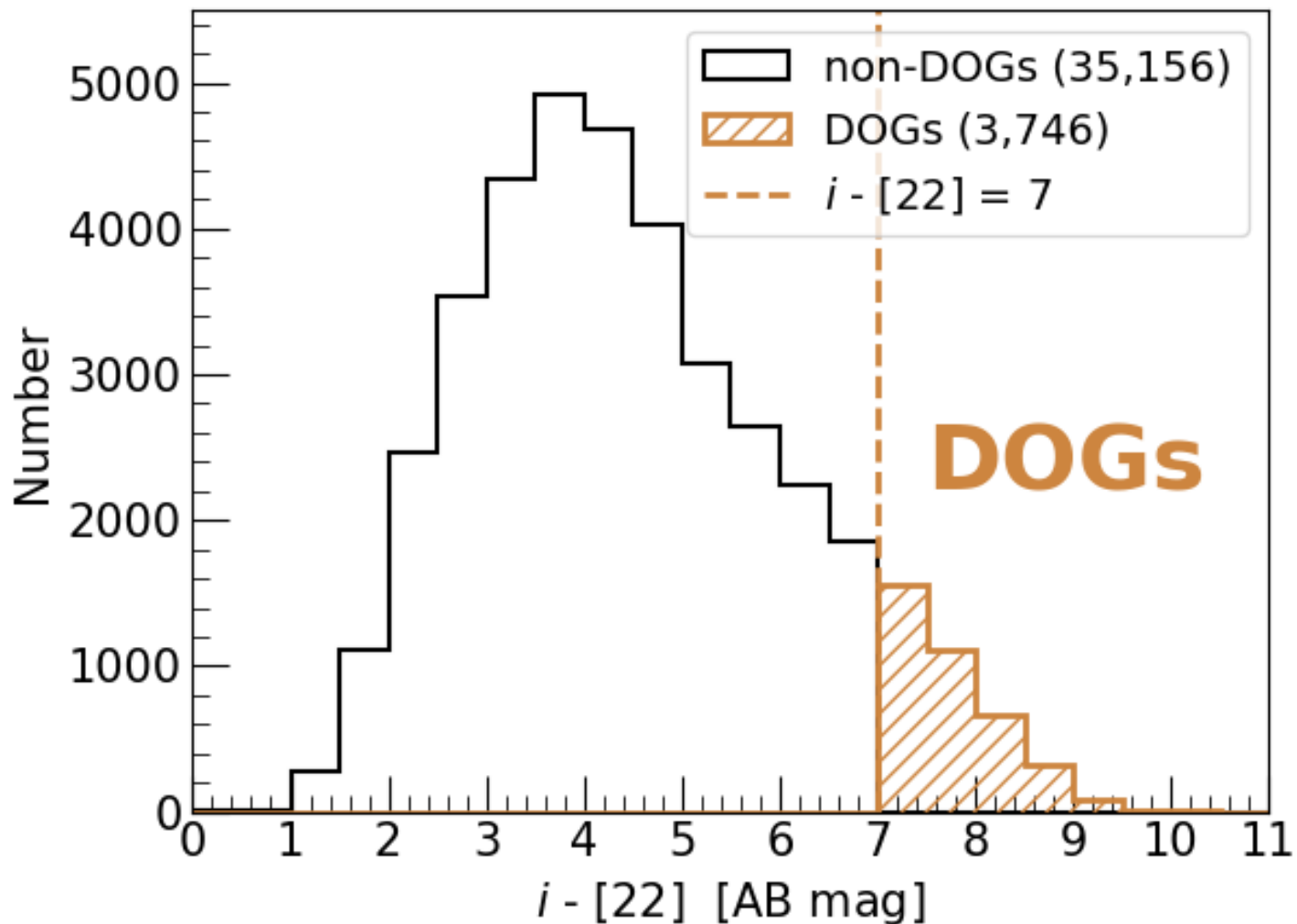
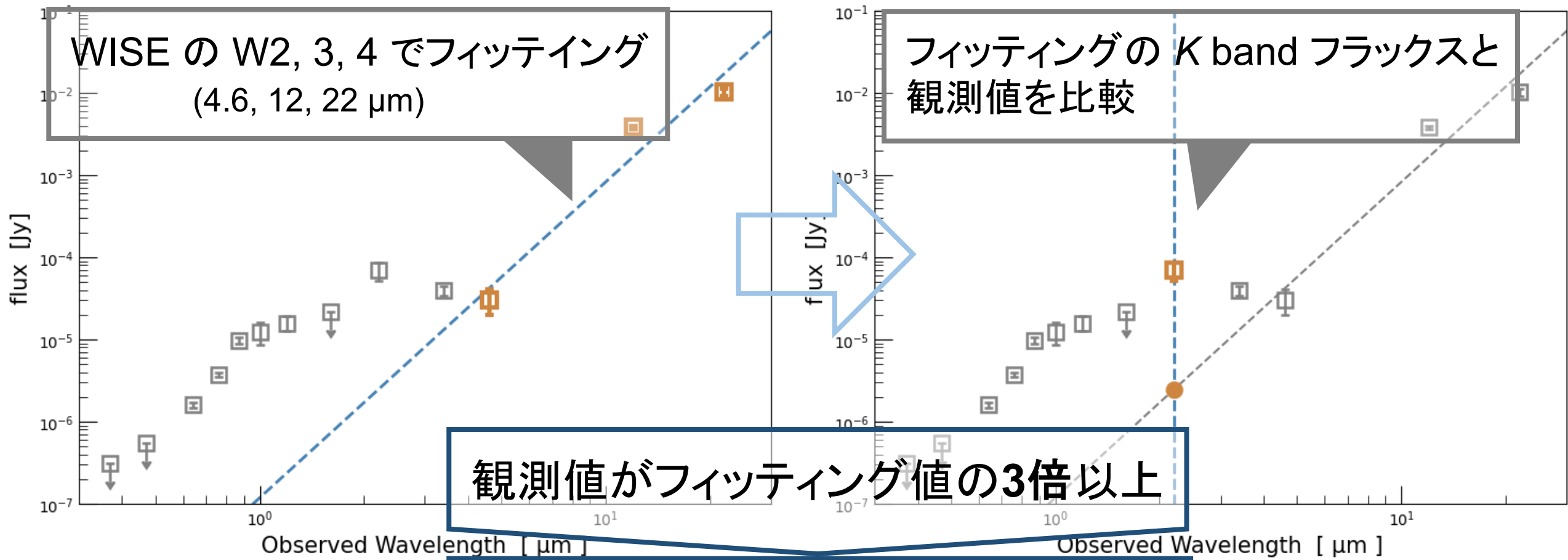


Fig. 4:  $i - [22]$  に対するヒストグラム  
破線は  $i - [22] = 7.0$



観測値がフィッティング値の3倍以上

**Bump DOGs に分類**

以下の場合を PL DOGs とする

(Reference: Toba et al. 2015; Noboriguchi et al. 2019)

UKIDSS と 1" マッチング  
(詳細は Appendix)

3,743 天体  
(over ~ 800 deg<sup>2</sup>)



**58 天体**  
(over ~ 63 deg<sup>2</sup>)

**PL DOGs : 38 /58 ~ 66%**

**Bump DOGs : 20 /58 ~ 34%**

先行研究	PL DOGs	Bump DOGs
Toba et al. 2015	<b>65%</b>	<b>35%</b>
Dey et al. 2008	<b>64%</b>	<b>36%</b>

Table 1. 先行研究の分類結果

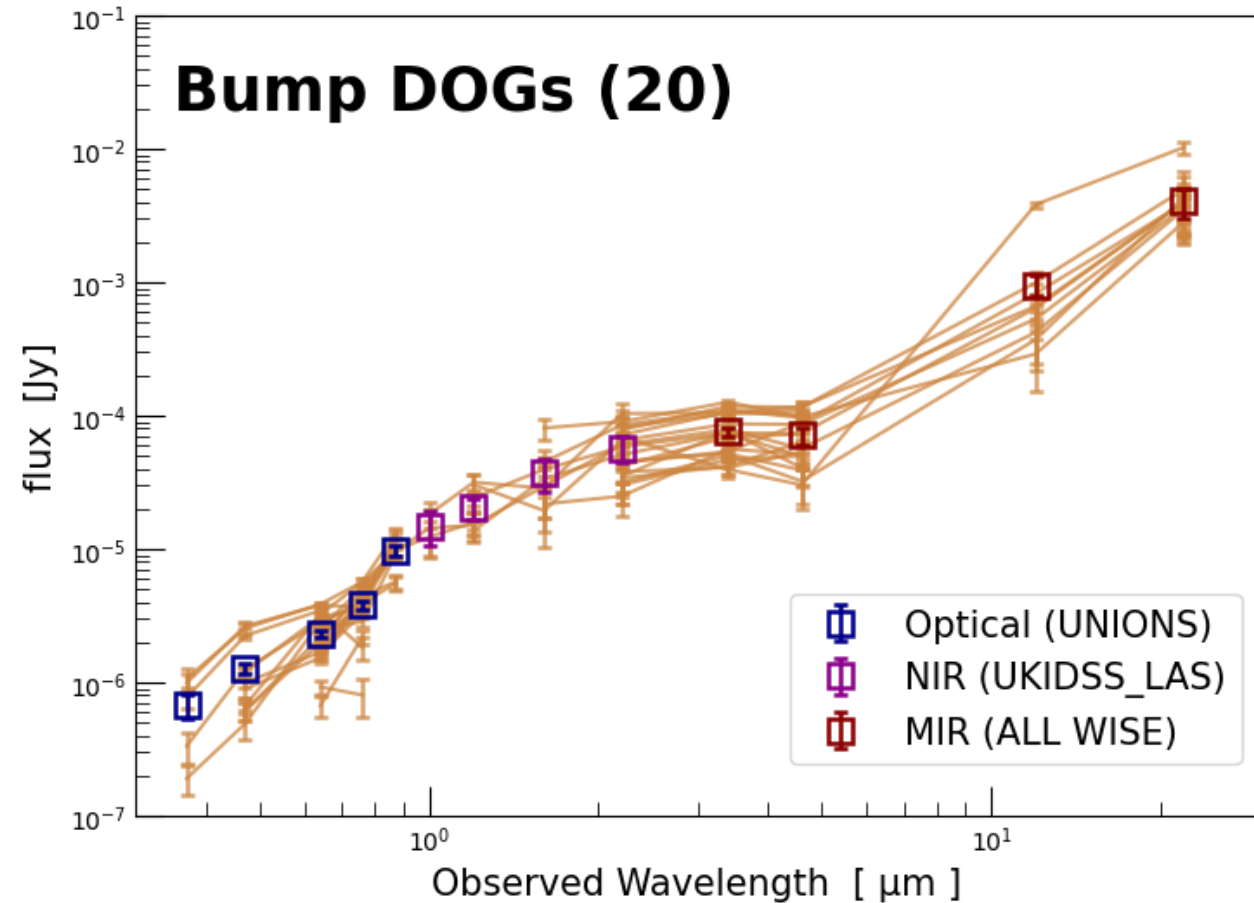
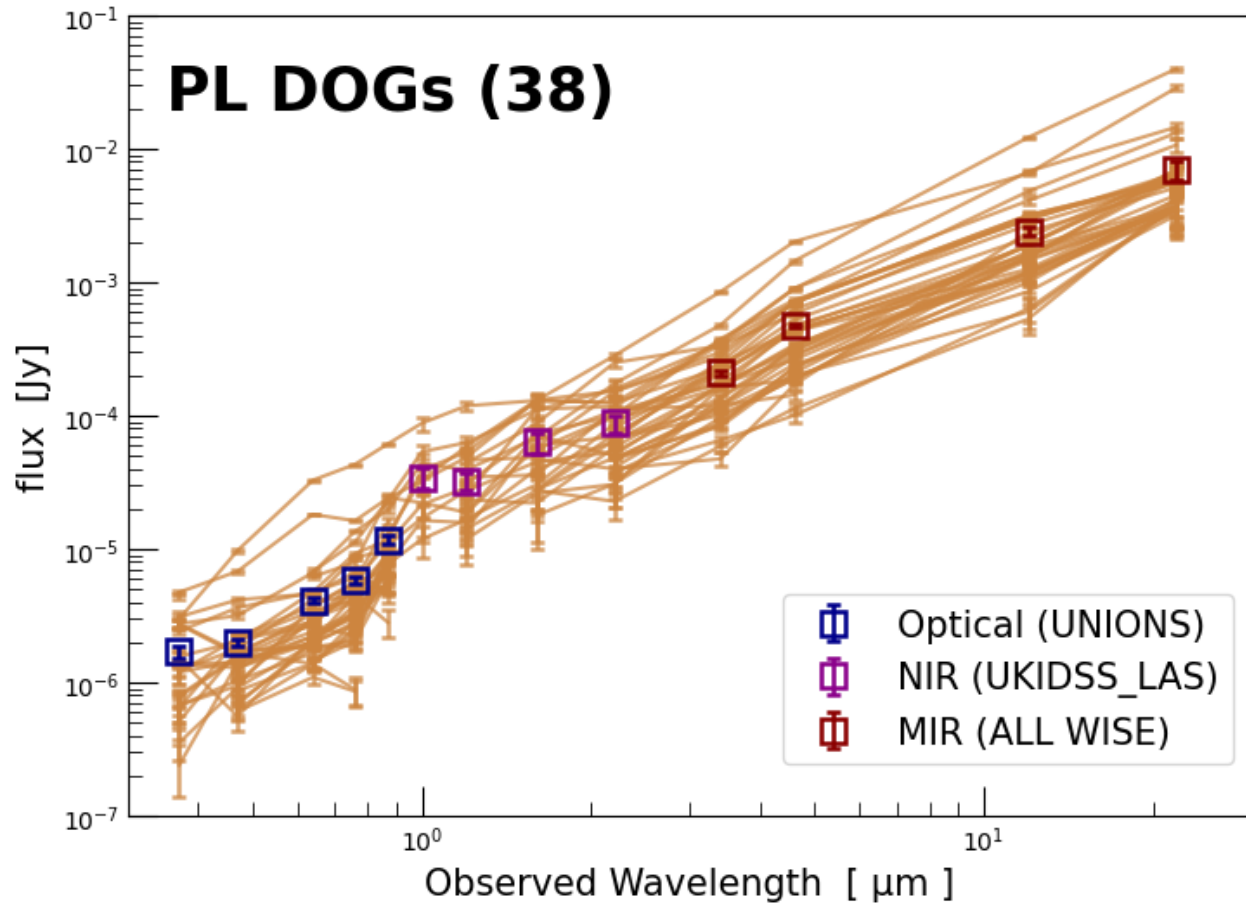


Fig. 5: 今回発見した PL DOGs (左図) と Bump DOGs (右図) の SED  
 ボックスは平均の SED (各色は各探査機に対応)、黄色線は個々の SED



MIR の color から活発な  
AGN 活動が予想される範囲を  
**AGN wedge** (Mateos et al. 2012)  
という (右図黒線)

分類結果が高精度で一致

	AGN wedge 内 PL DOGs	AGN wedge 外 Bump DOGs
This work	<b>97%</b> (37/38)	<b>90%</b> (18/20)
Toba et al. 2015	60%	73%

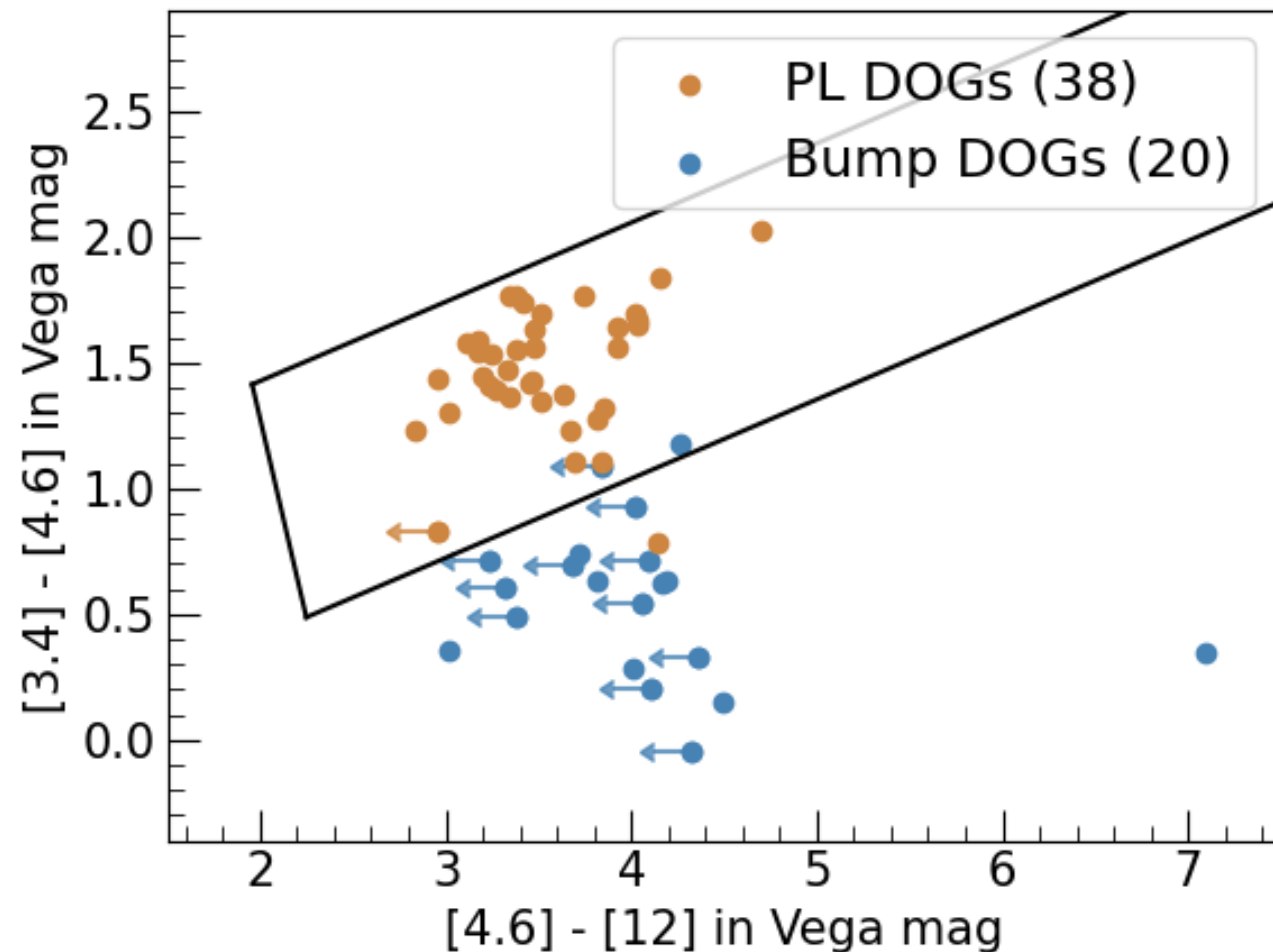


Fig. 6: PL DOGs (オレンジ点) と  
Bump DOGs (青点) の MIR 2色図  
黒線は AGN wedge

22  $\mu\text{m}$  (MIR) で明るい天体ほど  
**PL DOGs の割合が増加**

(Reference: Dey et al. 2008; Toba et al. 2015)



redshift が同程度と仮定すると  
**赤外線波長帯で明るい天体ほど AGN が支配的\***

\*PL DOGs はAGN が支配的

Toba et al. 2015 の結果と比較

22  $\mu\text{m}$  フラックスの増加に  
対応して **PL DOGs** 割合が増加

先行研究に比べて  
22  $\mu\text{m}$  で**より明るい側**についても  
関係を確認められた

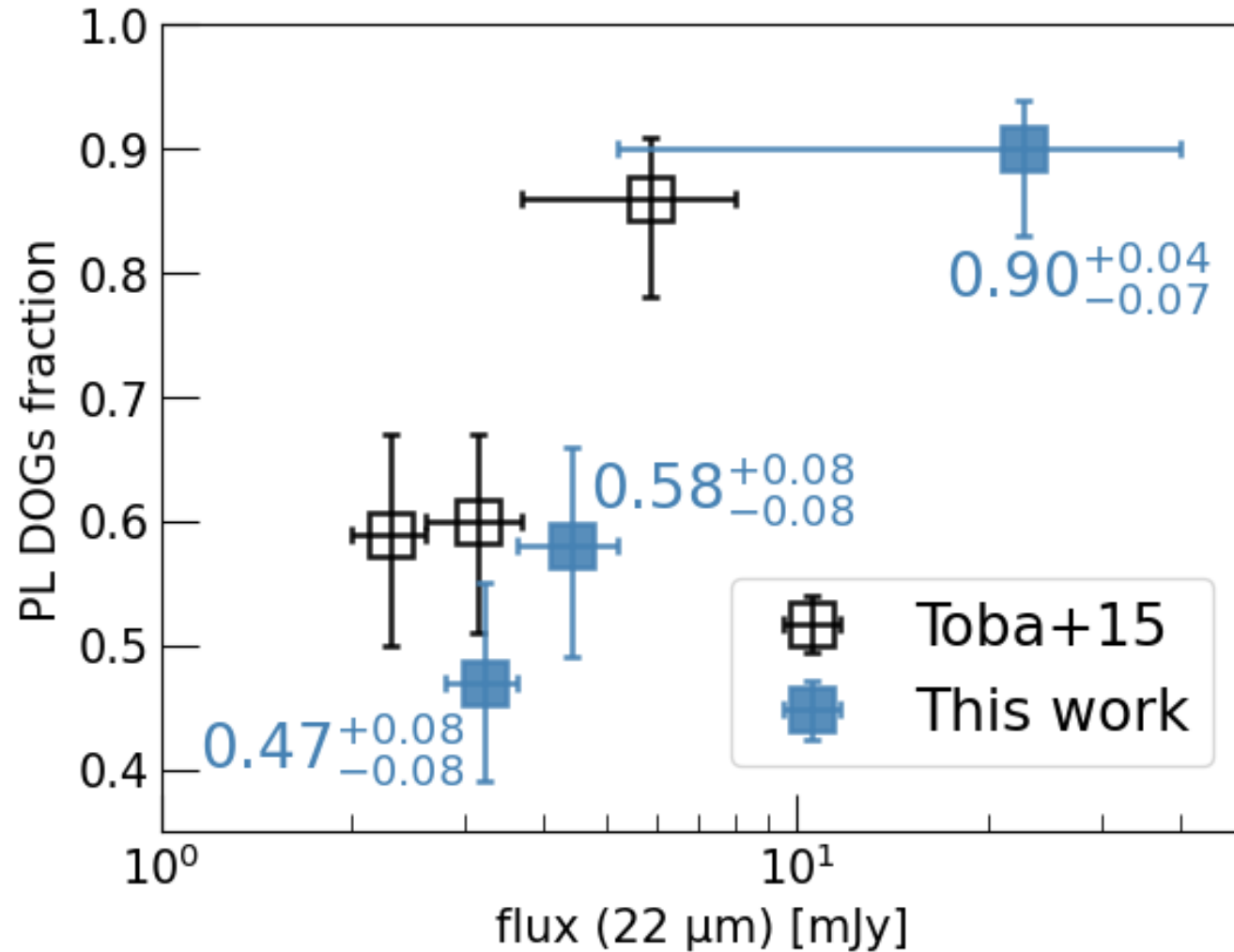


Fig. 7: 各 22  $\mu\text{m}$  フラックス範囲に対する PL DOGs の割合 (詳細は Appendix)

- ◆ 先行研究に比べ、**広い探査**をすることで**多くの DOGs** を選出することができた
- ◆ NIR のデータがある一部領域について DOGs の分類を行うと、先行研究と同様の結果が得られた
- ◆ DOGs の分類と AGN wedge による分類が、高光度側で**高い精度で一一致**することが確認できた
- ◆ 22  $\mu\text{m}$  フラックスと PL DOGs 割合の関係について 22  $\mu\text{m}$  でより**明るい側での振る舞い**を調べることができた