

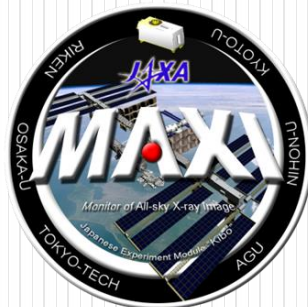
X-ray and Infrared diagnostics of nearby active galactic nuclei with MAXI and AKARI (2016, accepted for PASJ; arXiv:1608.07284)

磯部 直樹 (東工大)

川室 太希, 上田 佳宏 (京都大)

大藪 進喜 (名古屋大), 中川 貴雄 (宇宙研)

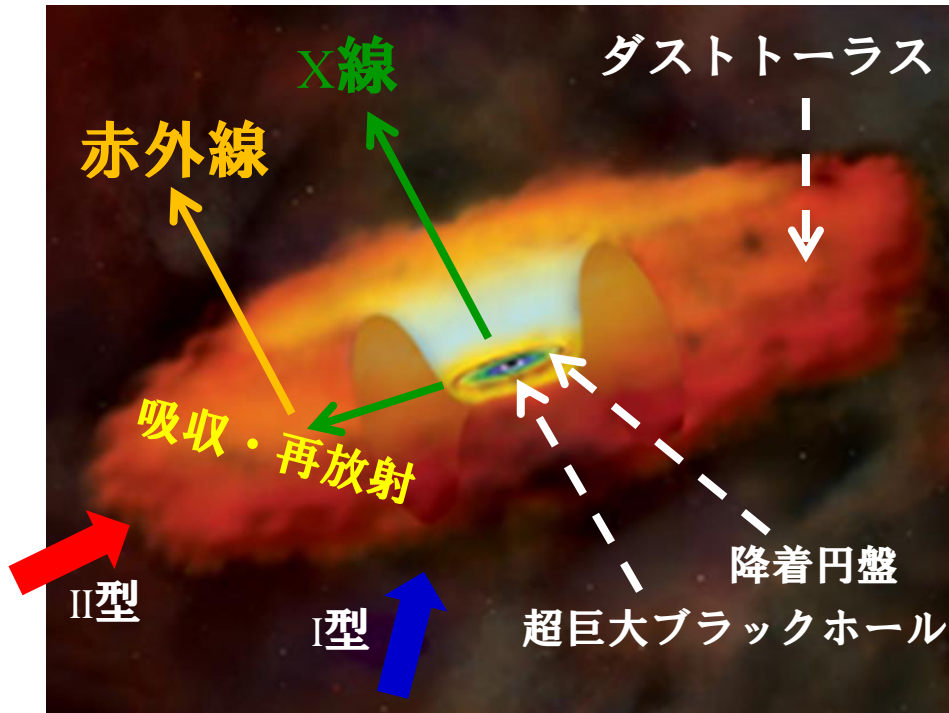
馬場 俊介, 矢野 健一 (東京大, 宇宙研), 鳥羽 儀樹 (ASIAA)



X線関係者
赤外線関係者



活動銀河核の統一描像とX線, 赤外線観測



- **X線観測と赤外線観測**
 - 活動銀河核周辺を探る**最良のプローブ**
 - トーラスの構造
 - トーラスの物理状態
 - Compton-thick なトーラスを持つ活動銀河核
 - $N_H \gtrsim 1.5 \times 10^{24} \text{ cm}^{-2}$

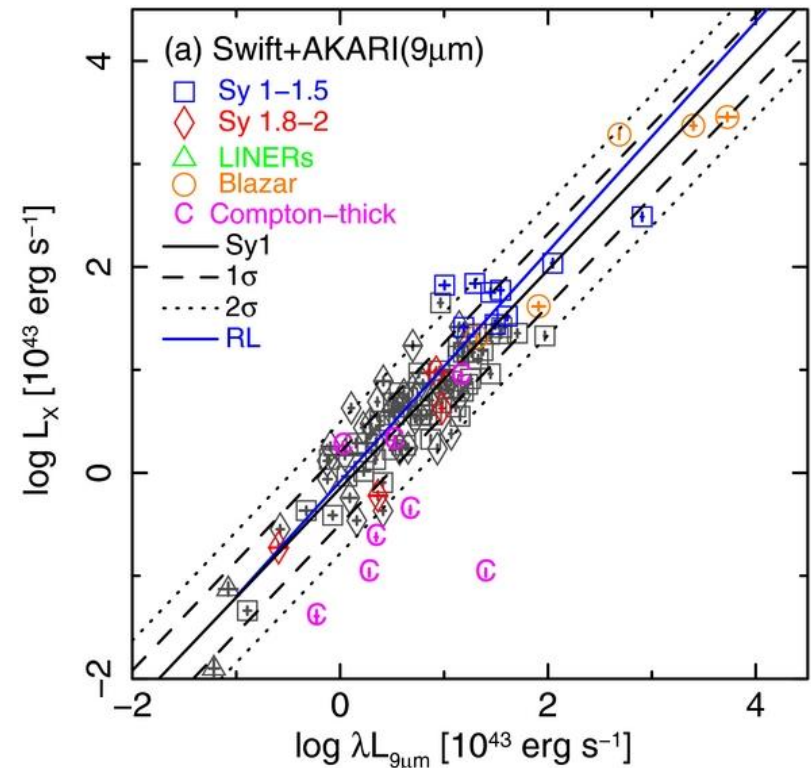
活動銀河核の統一描像とX線, 赤外線観測

活動銀河サンプル

- 硬X線全天サーベイ
(Swift/BAT etc.)
 - 吸収の影響が小さい
 - 無バイアスなサンプル
 - X線スペクトル情報に乏しい
- 10 keV 以下のX線望遠鏡観測
(ASCA, Suzaku, Newton, etc.)
 - 詳細なX線スペクトル
 - 限られた天域でのサンプル

10 keV以下の無バイアスな
活動銀河核サンプルが重要

(Matsuta et al., 2012)

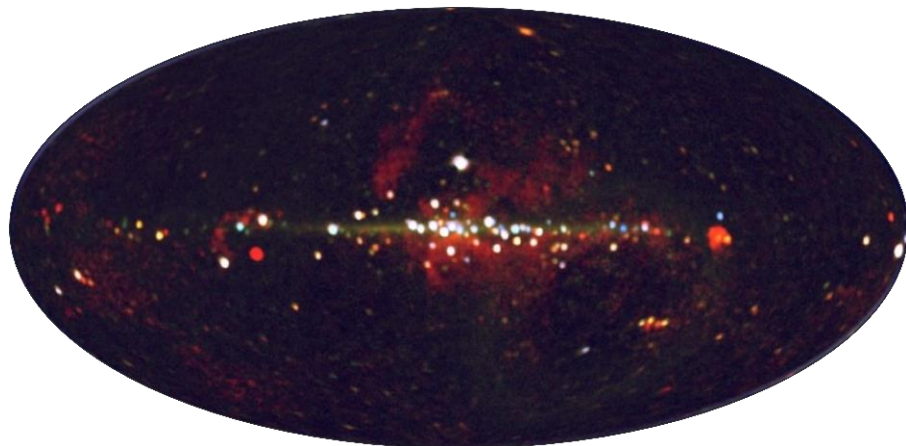


$$L_X \propto L_{IR}$$

⇒ Clumpy トーラスモデル

MAXI全天X線カタログと「あかり」 赤外線全天サーベイカタログ

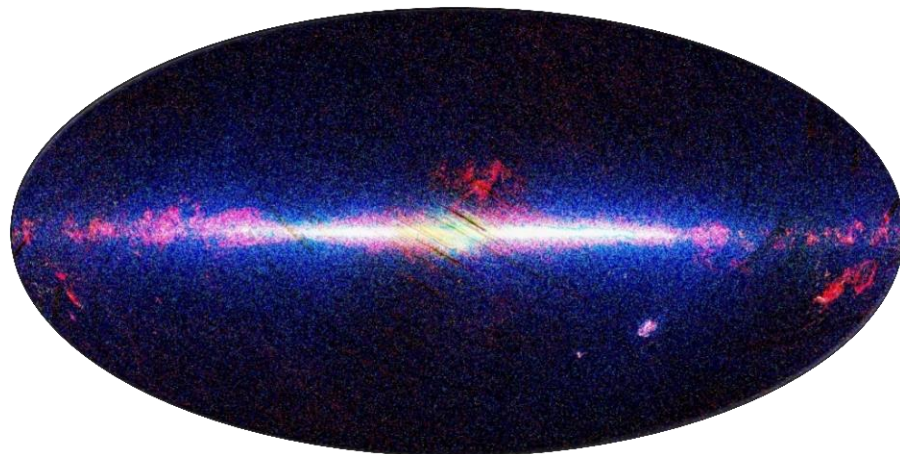
2nd MAXIカタログ



- ✓ 4–10 keVで**史上最高の感度の無バイアス**全天サーベイ (Hiroi et al. 2013)
- ✓ 100 **個のSeyfert銀河を(QSOを含む)**
 - **37ヶ月間の平均X線フラックス** (3–4 keV, 4–10 keV)
 - **X線ハードネス**

「あかり」サイエンスワークショップ

「あかり」 Point source カタログ



- ✓ 870,973 **個の中間赤外線天体** (Ishihara et al. 2010)
 - ✓ **9, 18 μm フラックス**
 - **ダストトーラスの放射**
- ✓ 427,071 **個の遠赤外線天体** (Yamamura et al. 2010)
 - ✓ 65, **90**, 140, 160 μm **フラックス**

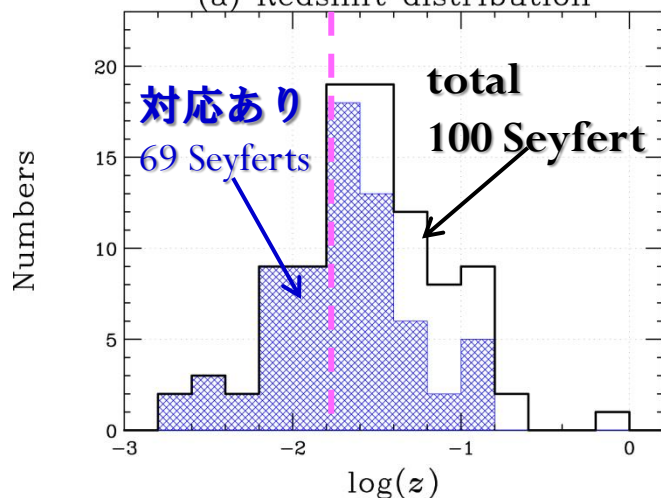
2016年11月7日

MAXIと「あかり」の対応付け

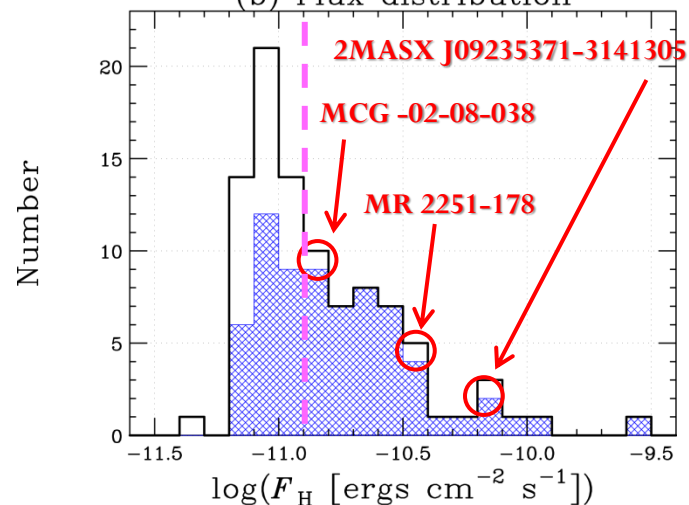
Seyfert		I型	II型
MAXI source		73	27
IRC counter part	9 μm	36	16
	18 μm	38	19
FIS counter part	65 μm	6	10
	90 μm	30	20
	140 μm	9	12
	160 μm	3	8

- ✓ 100個のMAXI-selected Seyfert 銀河のうち、69個に「あかり」の対応天体
 - ✓ I型 48/73, II型 21/73
- ✓ $z < 0.023$
 - 41個すべてにあかり対応天体あり
- ✓ $F_H > 1 \times 10^{-11} \text{ erg s}^{-1}$ (4 – 10 keV)
 - 86%にあかり対応天体あり

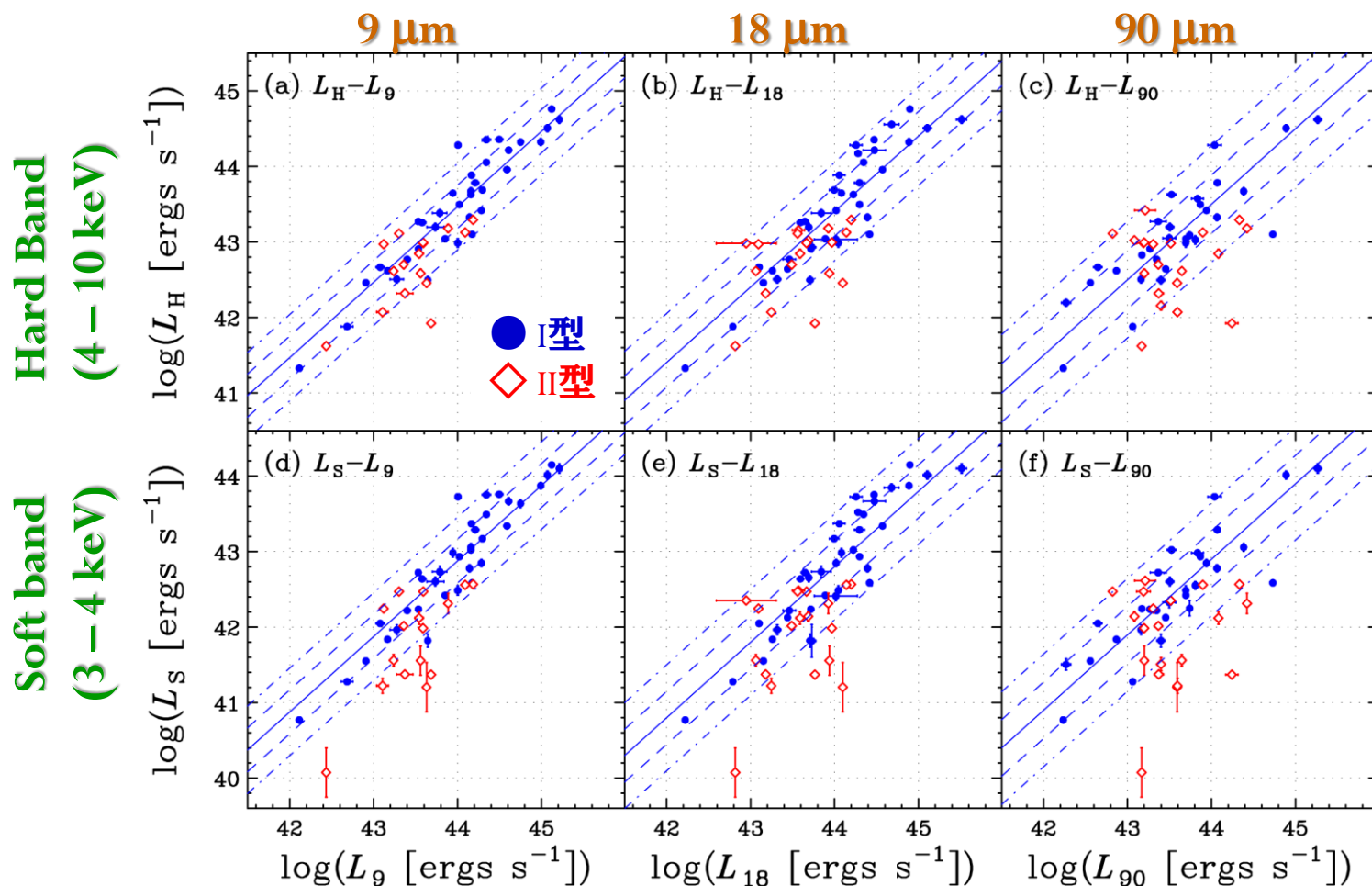
(a) Redshift distribution



(b) Flux distribution



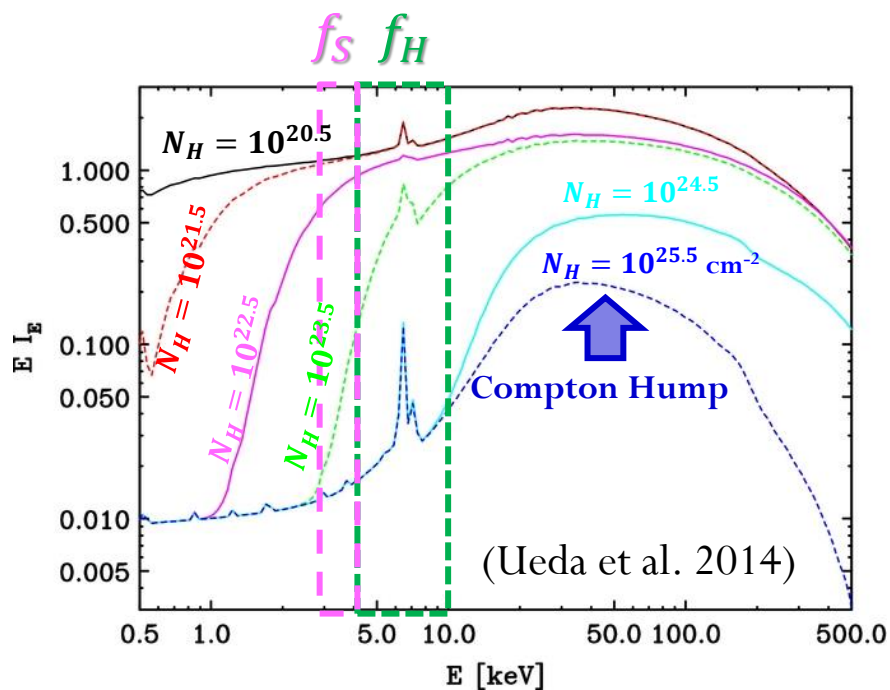
X線光度と赤外線光度の相関(1)



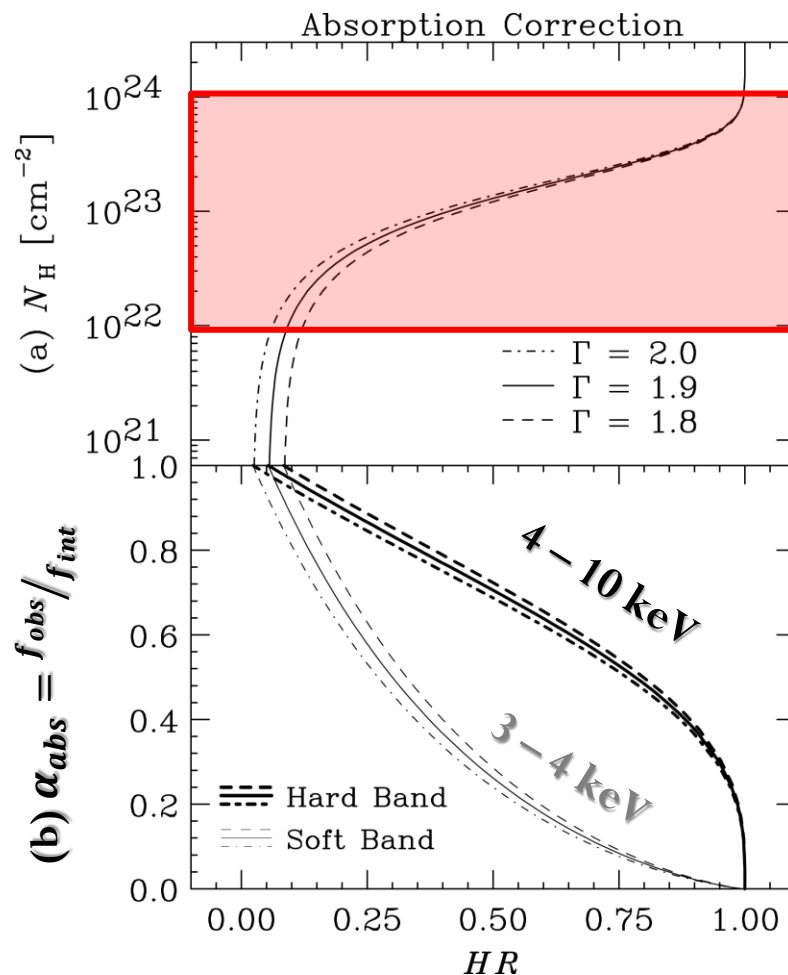
I型は L_X と L_{IR} に相関, I型 L_X が小さい傾向

X線ハードネスと吸収

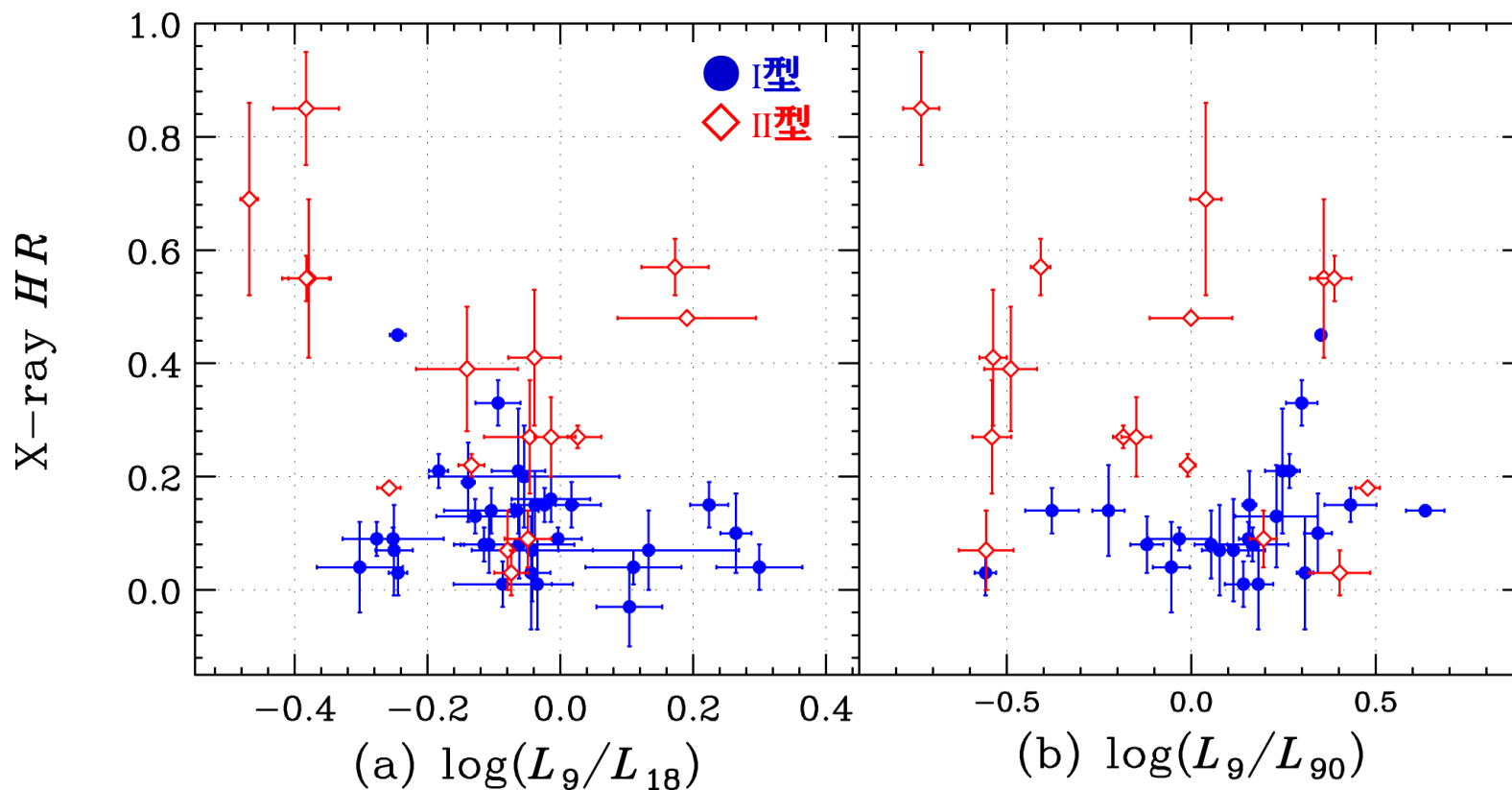
活動銀河核のスペクトルと
吸収の水素注密度 N_H (cm^{-2}) の関係



ハードネス比: $HR = \frac{f_H - f_S}{f_H + f_S}$



X線ハードネスと赤外線カラー

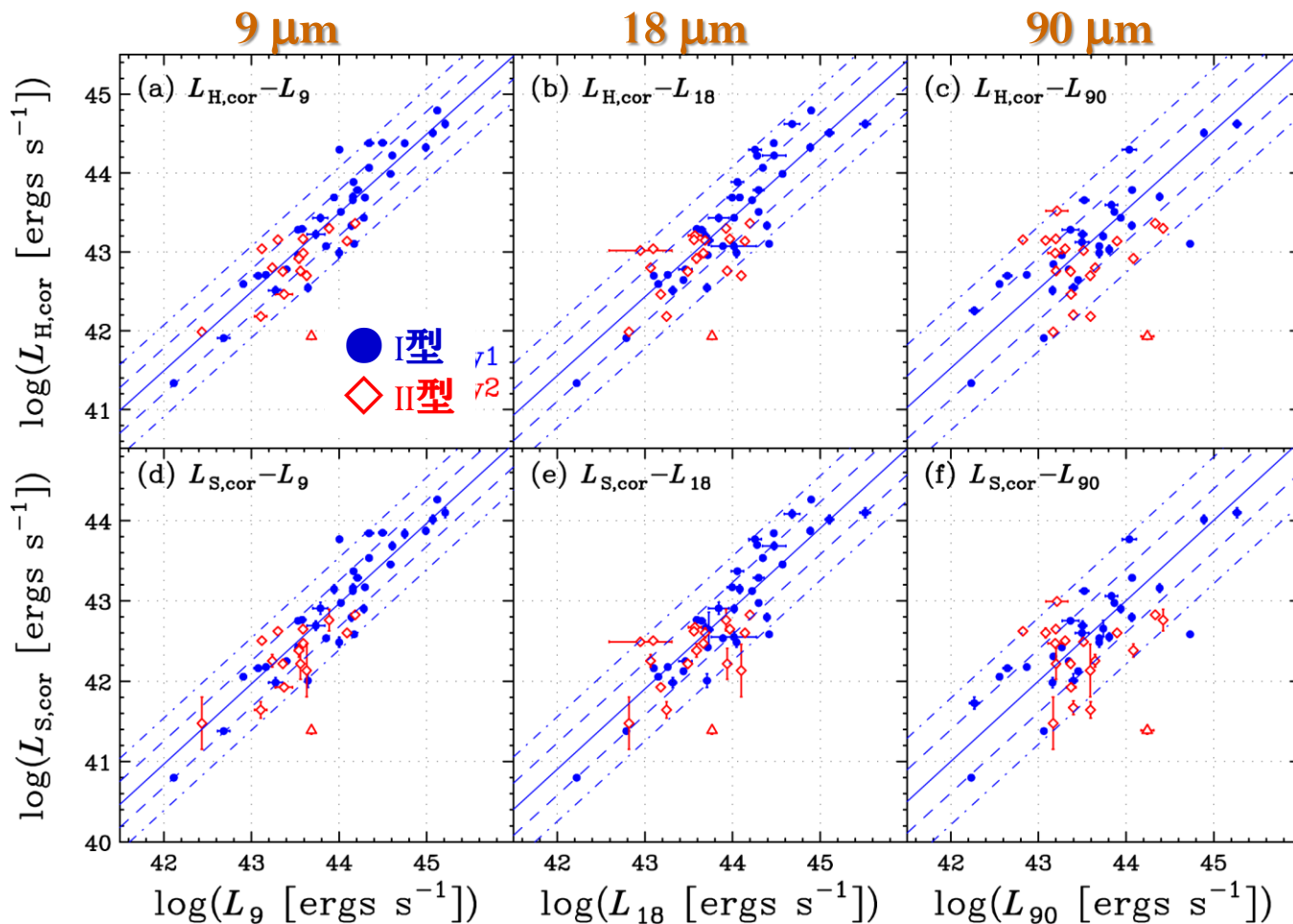


II型 は **I型** より HR が大きい (X線スペクトルがハード)
→ **II型** は I型 より 吸収の N_H が大きい

X線光度と赤外線光度の相関(2)

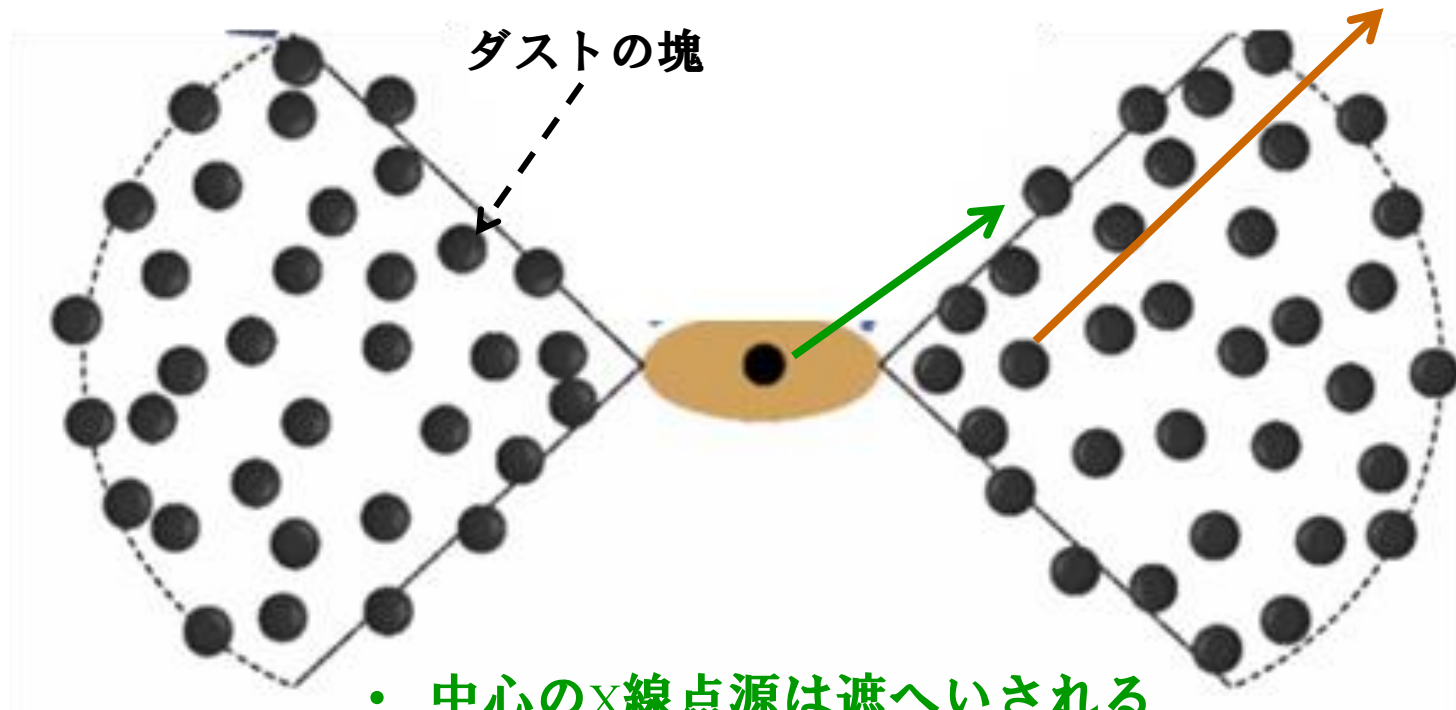
吸収補正

Soft band (3-4 keV)
Hard Band (4-10 keV)



I型, II型によらず L_X と L_{IR} に相関

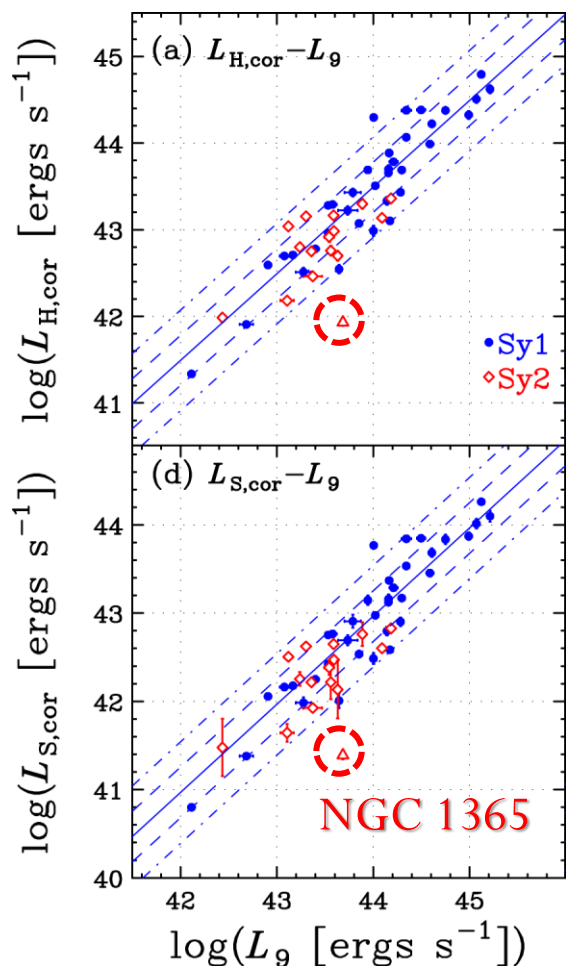
Clumpy トーラスモデル



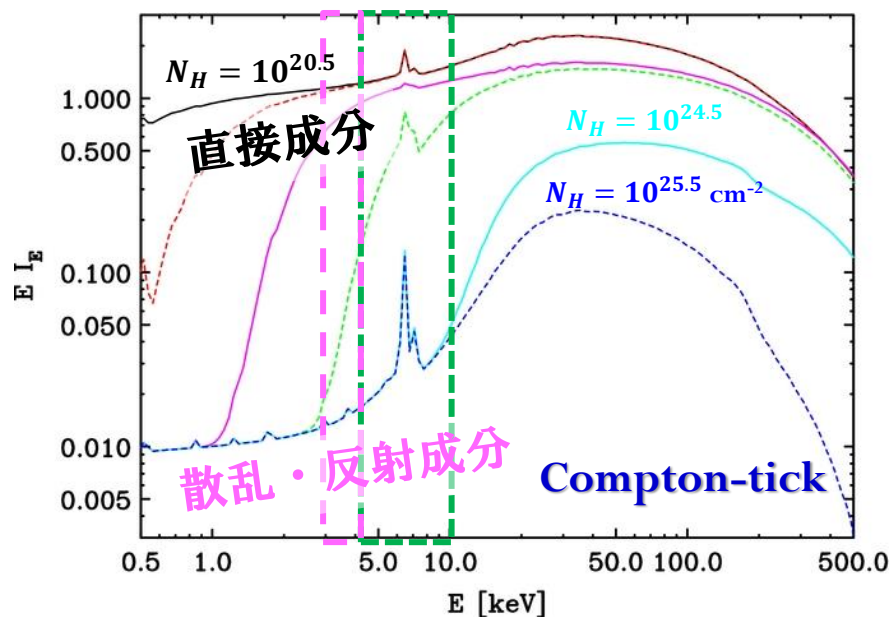
- 中心のX線点源は遮へいされる
- ダストからの赤外線は漏れ出す

(e.g., Krolik & Begelman 1998)

Outlier: NGC 1365

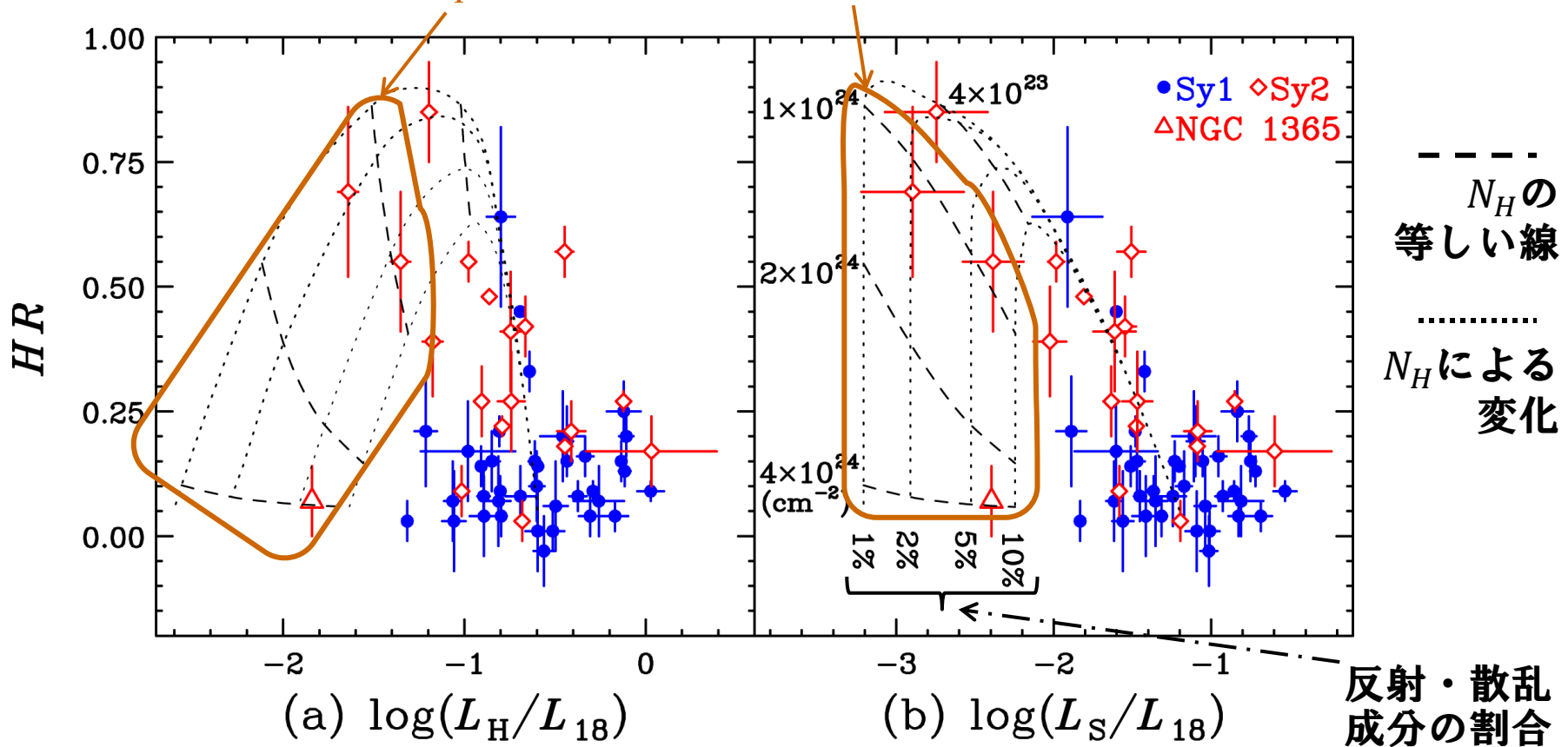


- NGC 1365
 - 吸収補正をしても、 L_X が小さい。
 - しばしば、Compton-thickなX線スペクトルを示す (e.g., Risaliti et al. 2005, 2009)
- Compton-thickな活動銀河核
 - 散乱・反射X線が主成分
 - HRによる吸収補正が有効ではない



Compton-thickな活動銀河核の分離

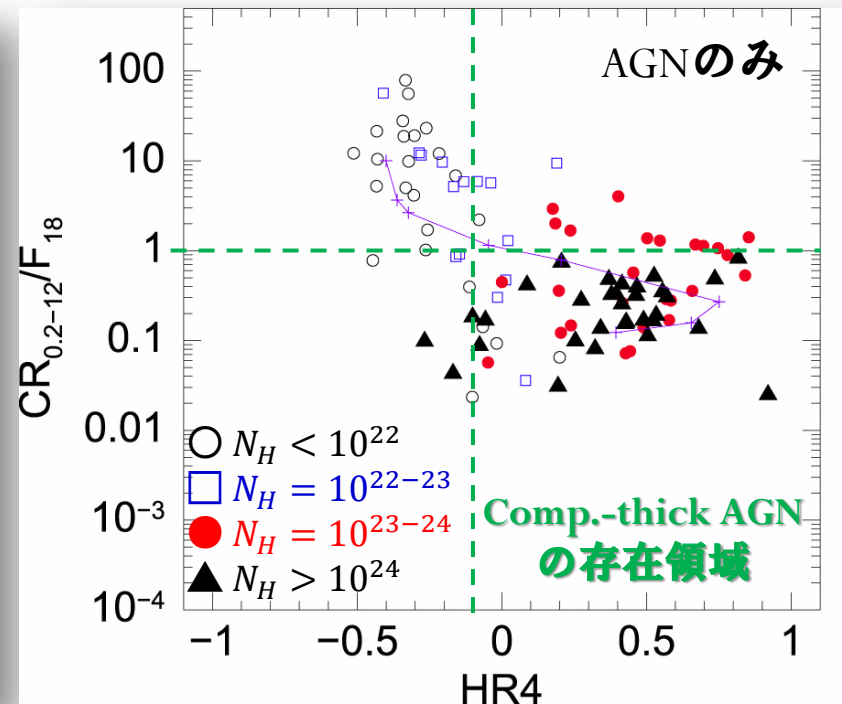
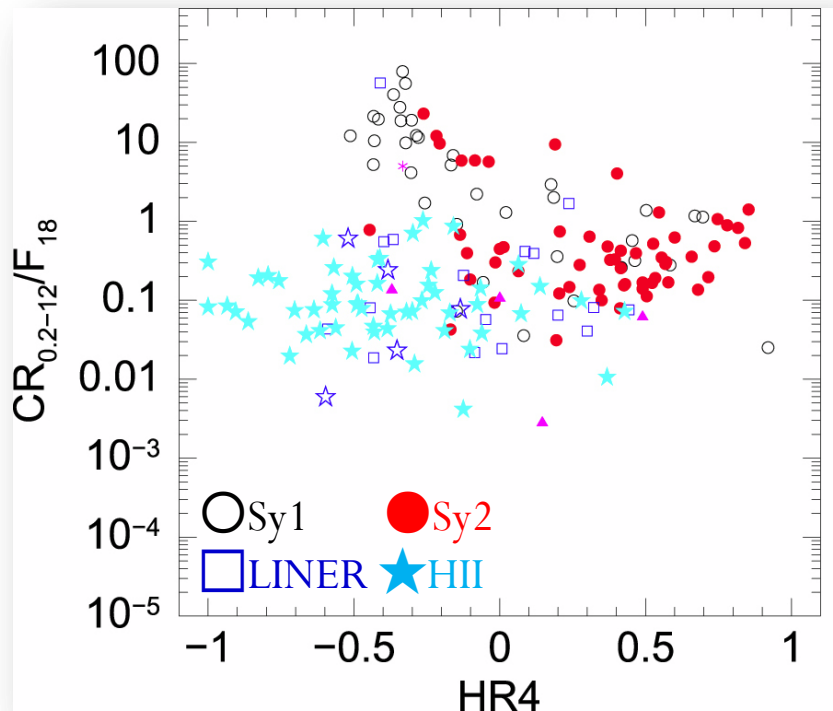
Compton-thickな活動銀河核の存在領域



(L_H : 4 – 10 keV, L_S : 3 – 4 keV 吸収補正前)

Compton-thickな活動銀河核の分離

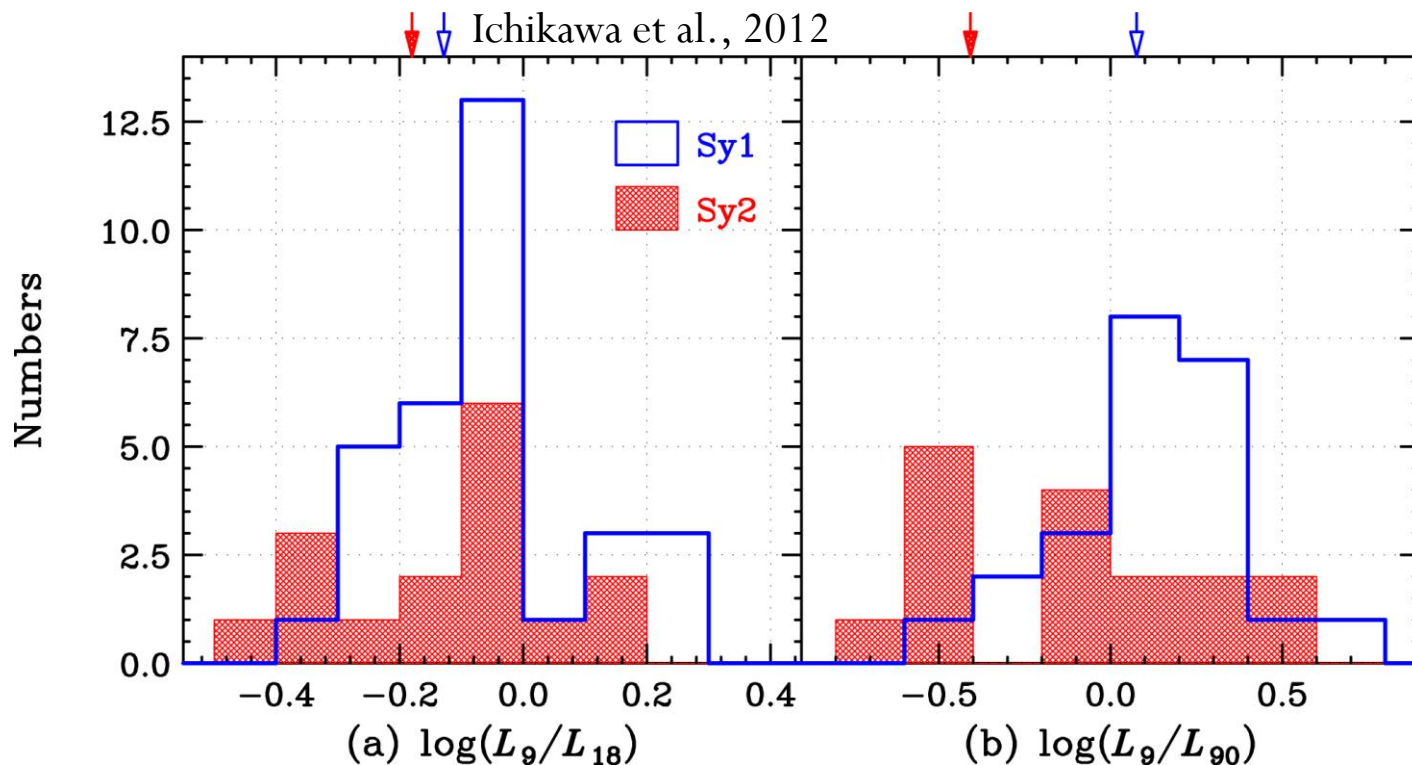
XMM-Newtonと「あかり」



- $HR4 = \frac{CR_{4.5-12} - CR_{2-4.5}}{CR_{4.5-12} + CR_{2-4.5}}$
- CR: Count Rate

(Terashima et al., 2015)

赤外線カラーとダストトータラス



- 中間赤外線カラー
 - ✓ **I型**と**II型**で大差なし
- トーラス開口角に大差なし
 - ✓ 開口角が小さいと中間赤外線で赤い (Mateos et al. 2016)

- 中間・遠赤外線カラー
 - ✓ **II型**の方が赤い傾向
- 母銀河の星生成の寄与
 - ✓ **I型**, **II型**の分類は、トーラスだけでは決まらない可能性

まとめ

- X線観測と赤外線観測の組み合わせは、活動銀河核の中心構造を探るための最良のプロープである。
- 2nd MAXIカタログから活動銀河核を抽出し、「あかり」による赤外線対応天体を探査した
 - MAXIカタログにある100個のSeyfert銀河(I型73個, II型27個)のうち、69個(I型48個, II型21個)に「あかり」の対応天体が見つかった
- X線ハードネスをもとにX線光度に対する吸収の影響を補正したところ、X線光度と赤外線光度に良い相関がみられた
 - Clumpy トーラスの描像と矛盾なし
- サンプル中で唯一のCompton-thickな活動銀河核NGC 1365は、相関から外れた。
 - X線光度が小さい
- X線/赤外線光度比とX線ハードネスが、Compton-thickな活動銀河核の抽出に有効であることを示した。
 - 今後のX線, 赤外線サーベイに有効
 - 2010年代後半: eROSITA+「あかり」 etc.,
 - 2020年代後半: Athene+SPICA (@ $z \sim 1 - 3$)