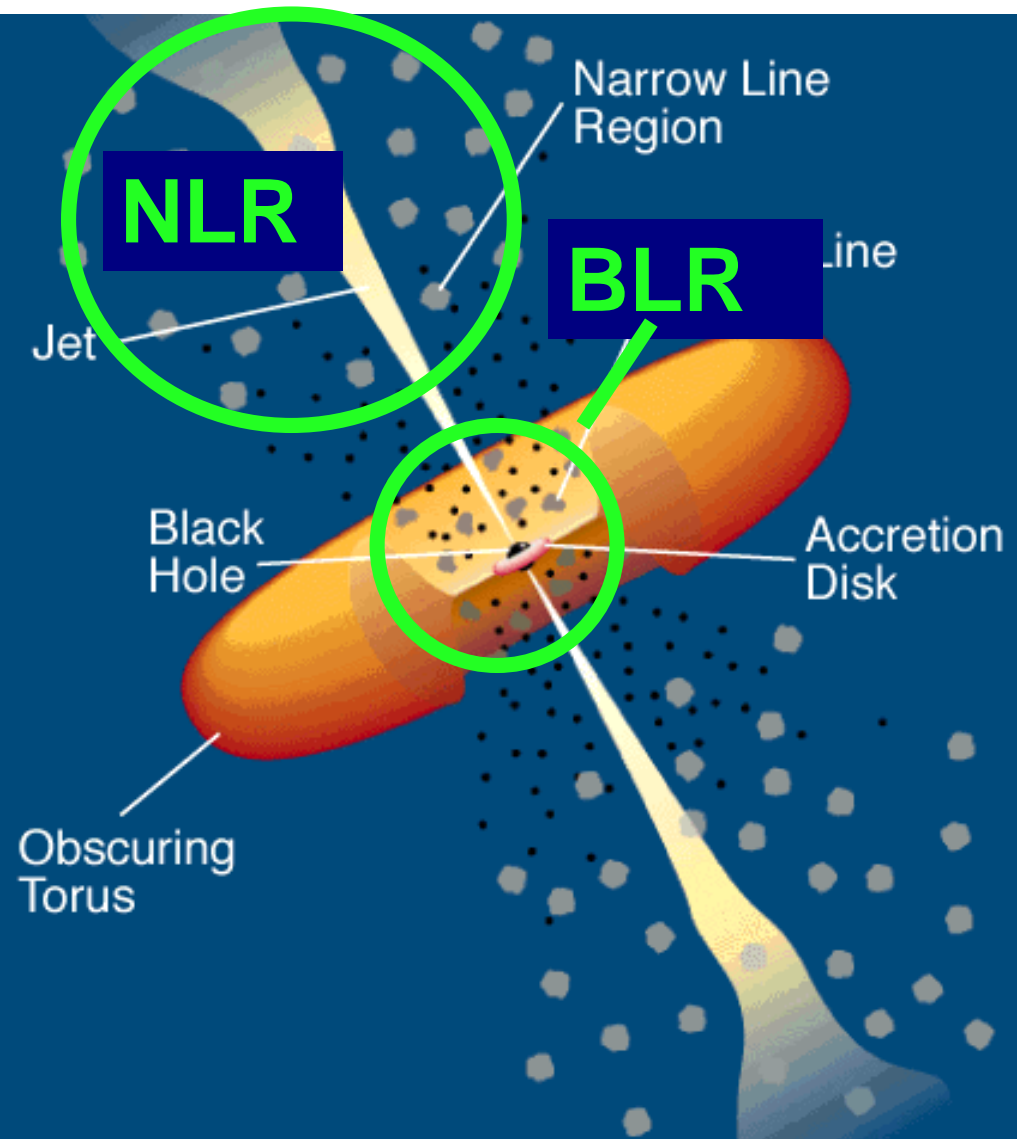


# AGNのX線光度の時間変動と ブラックホール質量の推定

京都大学 宇宙物理学教室修士1回生

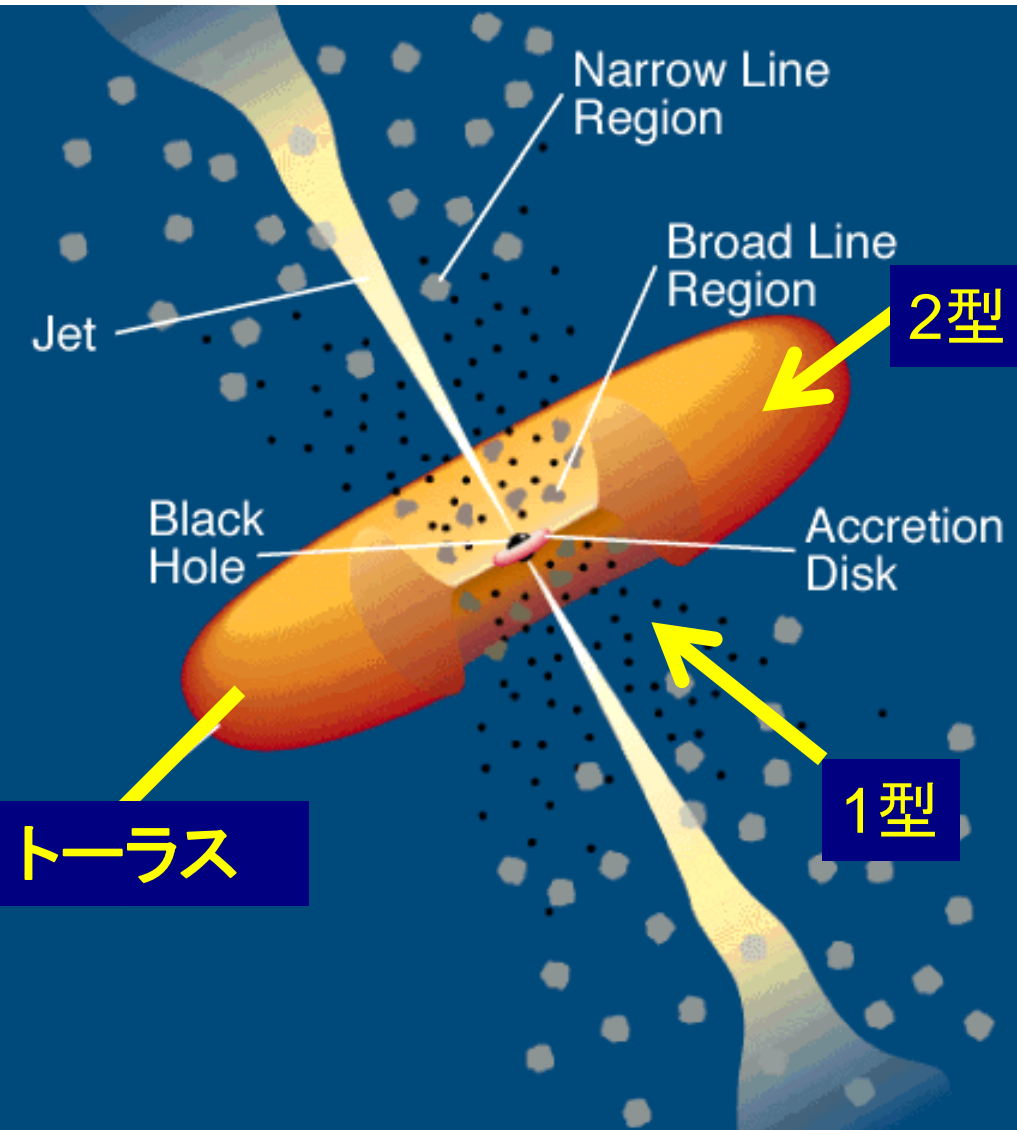
佐藤 良祐

# 活動銀河核(AGN)



- X線で非常に明るい
- 光度に時間変化が見られる
- 銀河中心ブラックホールが成長する段階
- 銀河とブラックホールの共進化を考える上でも重要

# 活動銀河核(AGN)



- X線で非常に明るい
- 光度に時間変化が見られる
- 銀河中心ブラックホールが成長する段階
- 銀河とブラックホールの共進化を考える上でも重要

# ブラックホール質量

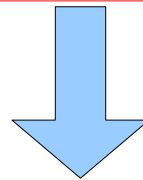
- AGNの基本的な物理量であり、エディントン比や質量降着率を求めるのに必要
- AGNの中心の物理や進化を知る上で重要
- その推定方法
  - BLRからの輝線幅
    - BLRが見えない2型AGNでは使えない
  - 母銀河のバルジ光度との関係(マゴリアン関係)
    - 母銀河が見えない遠方のAGNなどで使えない

# X線の時間変動から求める方法

時間変動のタイムスケールと系の大きさ  
(ブラックホール質量)の関係を用いる

メリット

X線の光度変動さえ観測できれば  
ブラックホール質量を求める事ができる！

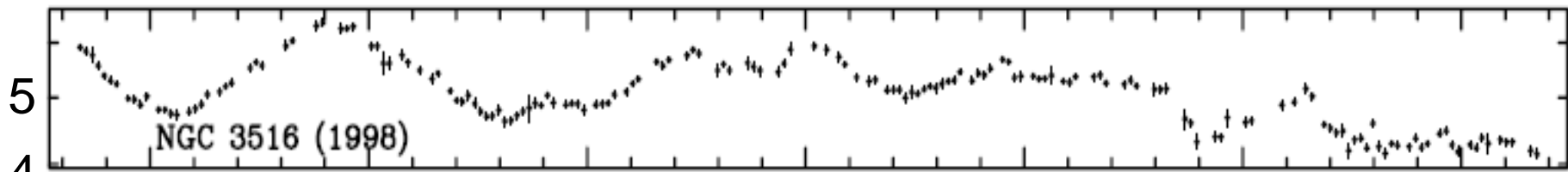
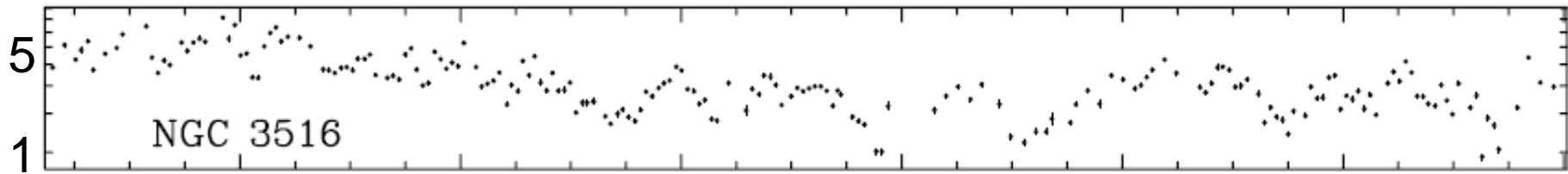
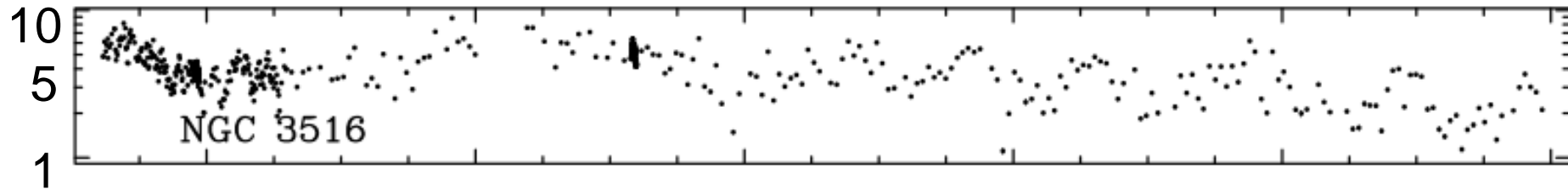


2型AGN、遠方のAGNでも推定が可能

# AGNのX線Light curve の例

縦軸: cts/s

NGC3516(Seyfert 1)(2-10keV)



(Markowitz et al. 2003)

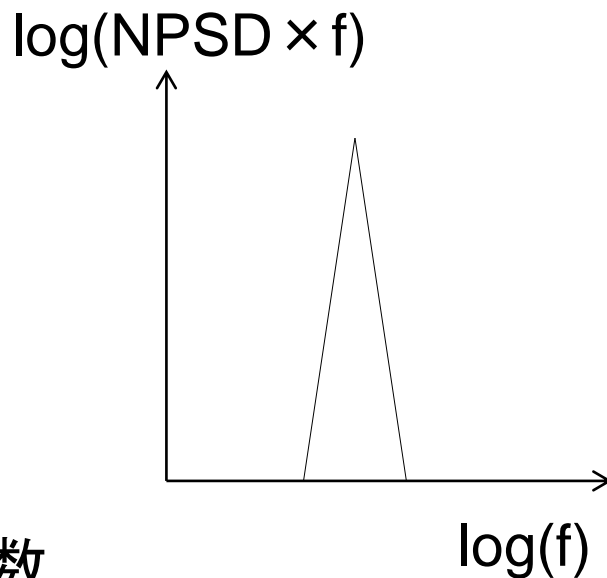
様々な周期が混ざったカオス的な変動

# Normalized Power Spectrum Density (NPSD)

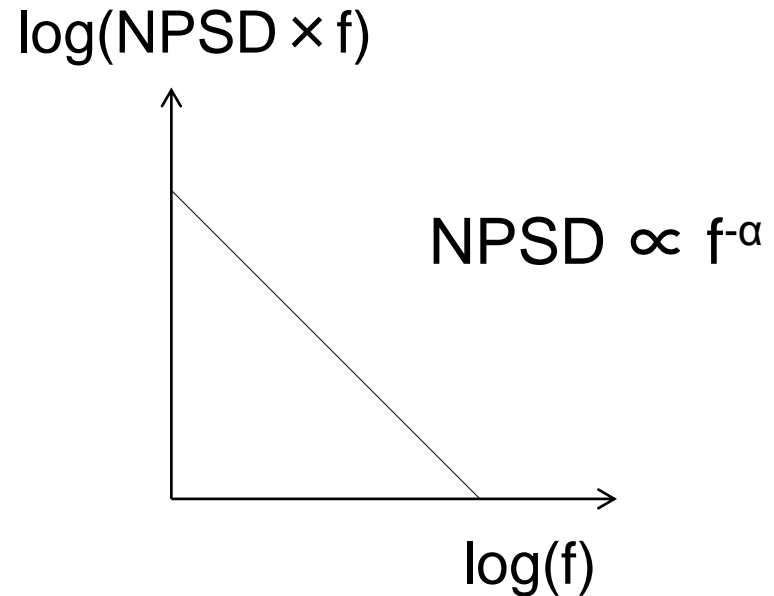
ある値の時間変化において、どの周波数の変動の寄与が大きいか分かる

(例)

周期的

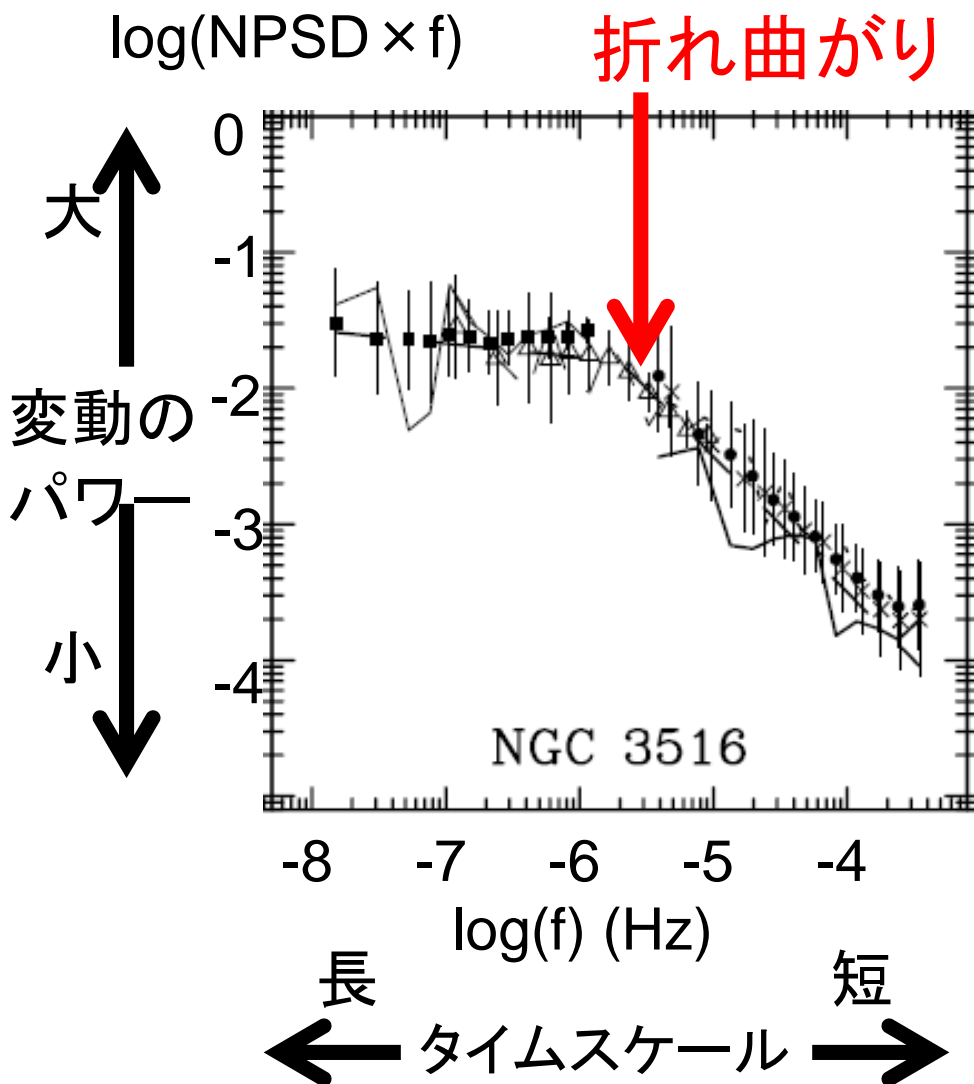


ノイズ的



f: 周波数

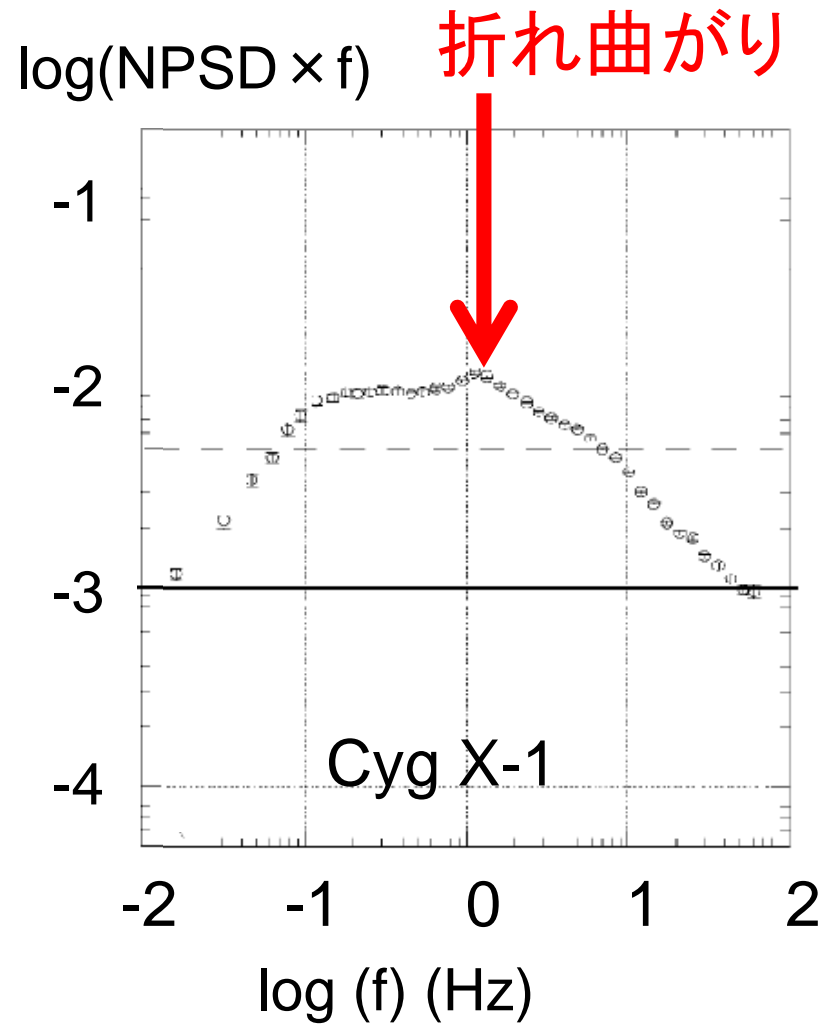
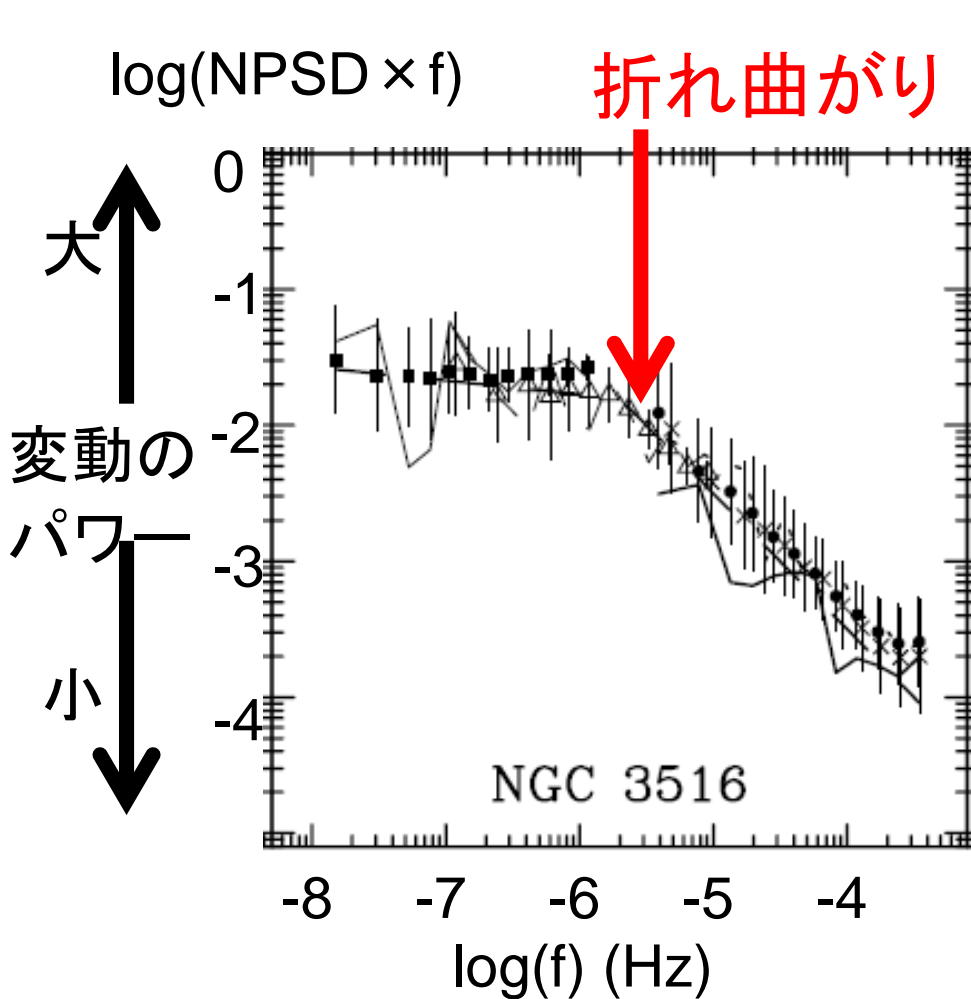
# AGNのNPSDの例



- ノイズ的なNPSD
- ある点で折れ曲がっている(Breakタイムスケール)
- AGNと恒星質量BHのNPSDは似ている



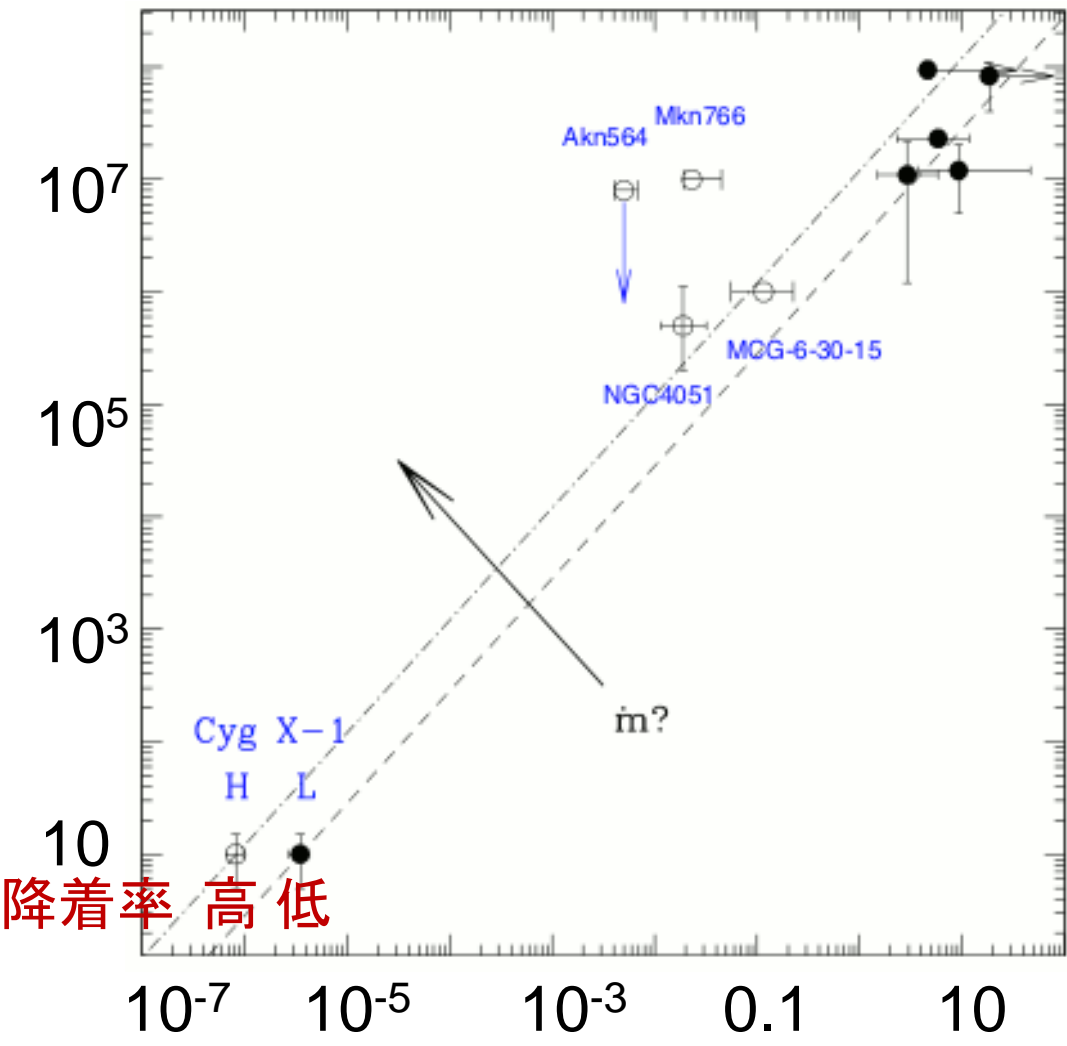
# AGNのNPSDの例



Breakのタイムスケールを比較して相対的に $M_{\text{BH}}$ を推定できる

# Breakタイムスケールと $M_{BH}$ の相関

$M_{BH}(M_{\odot})$



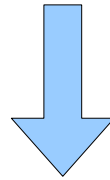
- : Seyferts
- : NLSy1s
- 点線はタイムスケールと $M_{BH}$ が線形な関係の時乗るべき線
- 質量降着率が高いほど左側に行く?
- 降着円盤の内縁半径が関係する?

Breakタイムスケール(days)

(McHardy et al. 2004)

# My Work

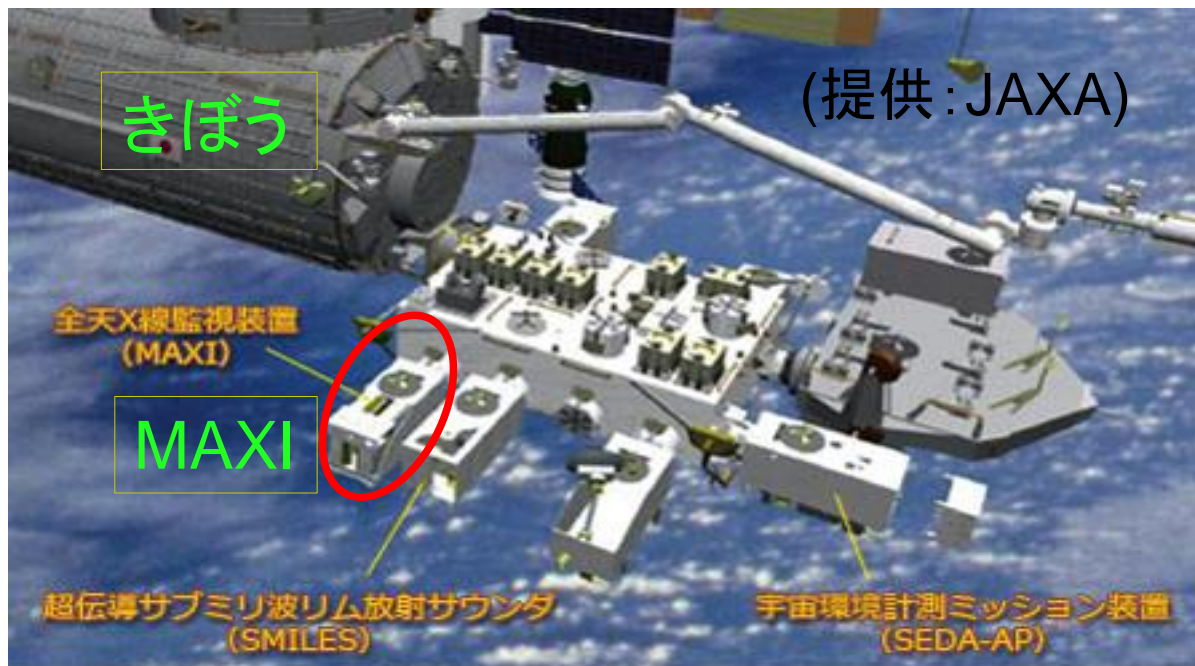
- AGNは系が大きいいため長周期まで調べる必要がある (Breakのタイムスケール~1週間)
- しかし、長期間にわたる連続的な観測はまだ少ない



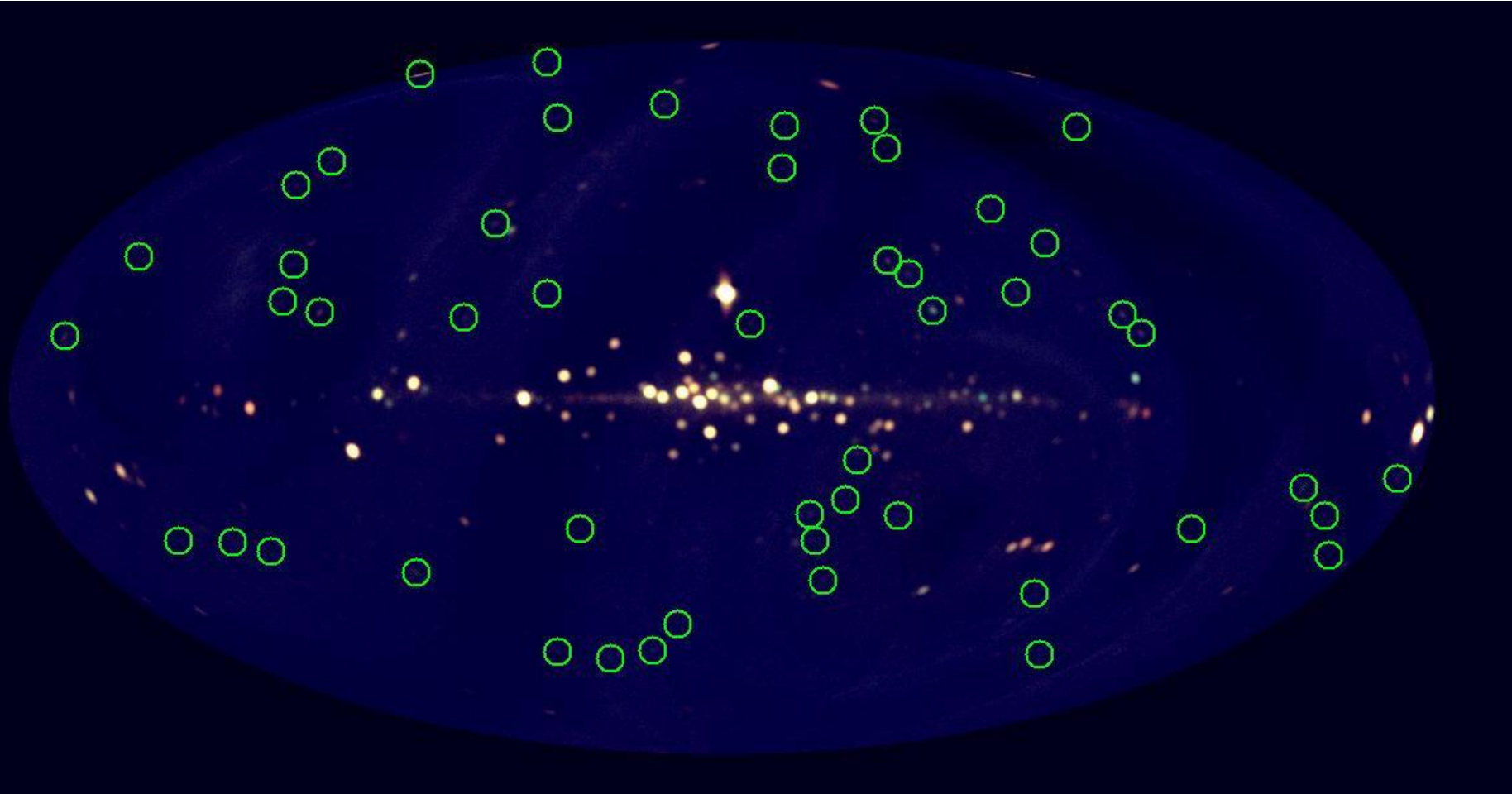
全天X線監視装置MAXIによる観測データを用いて $M_{\text{BH}}$ を推定

# MAXI (Monitor of All-sky X-ray Image)

- 国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」に取り付けられた全天X線モニター装置
- 宇宙ステーションの周回を利用して常に全天をモニターしており、全天のAGNの長期にわたるライトカーブが得られる



# MAXIによる全天イメージ

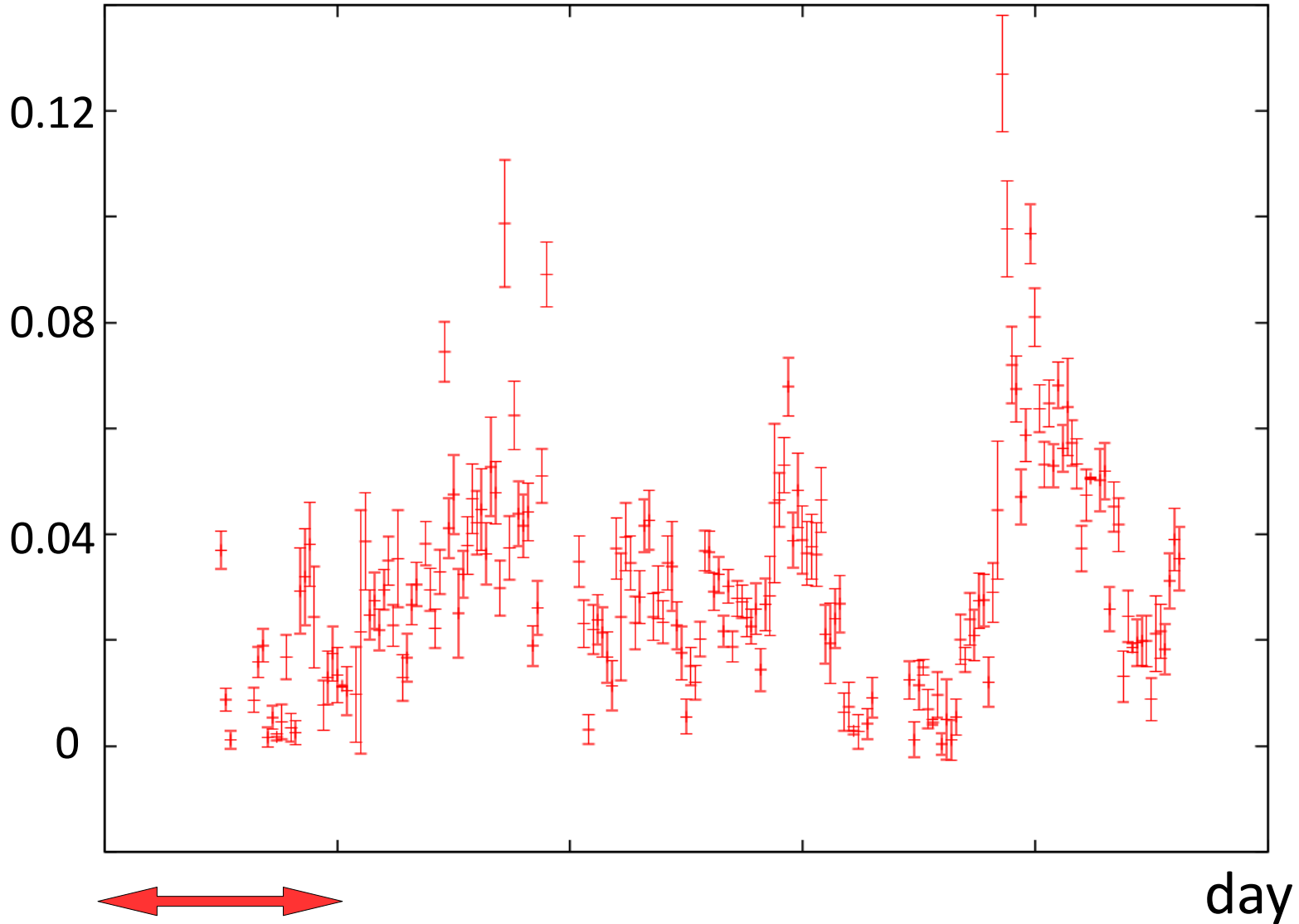


○ : AGN

(RIKEN, JAXA, MAXI team)

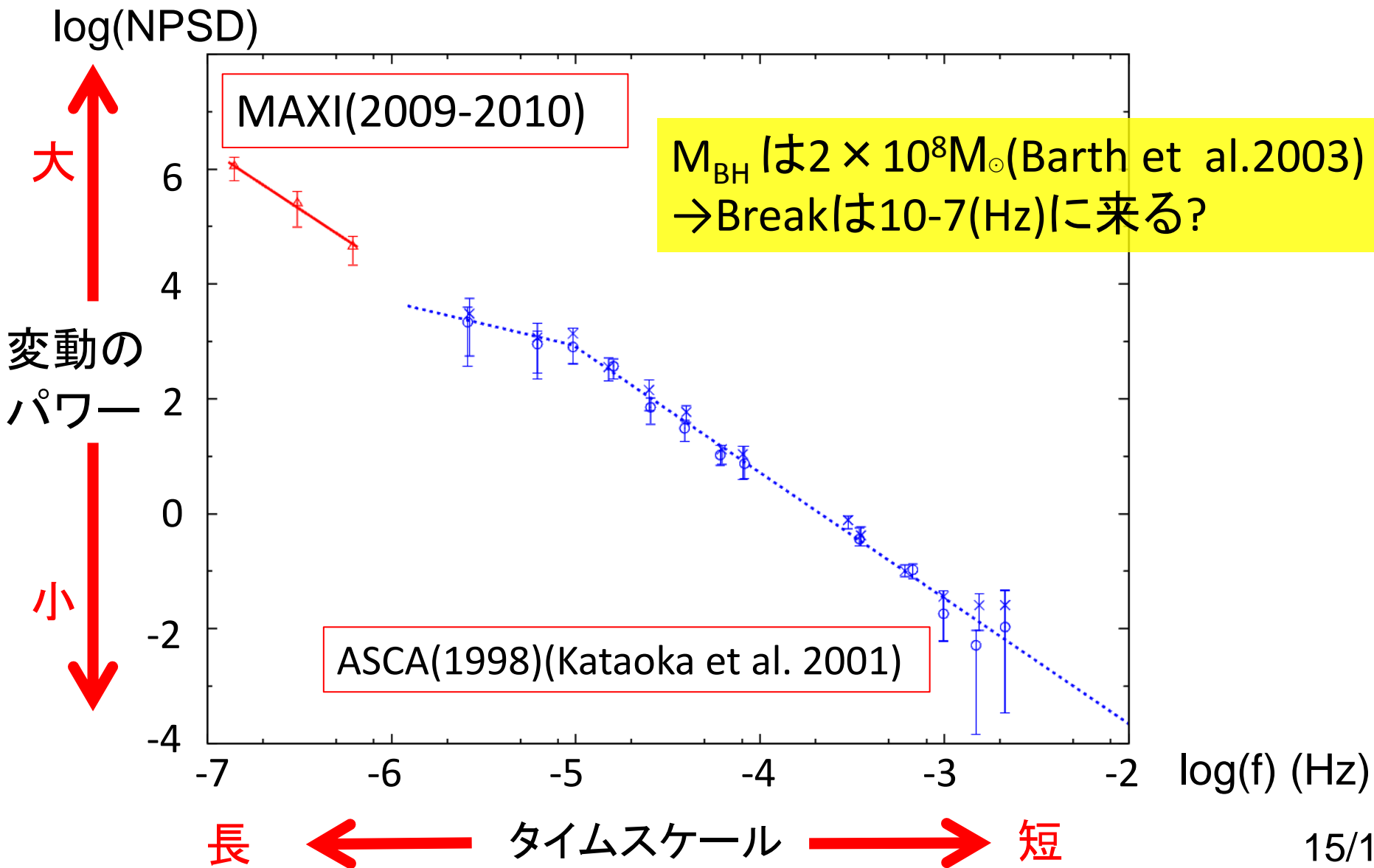
# Mrk421のライトカーブ(4-10keV)

縦軸: cts/s/cm<sup>2</sup>



50日

# Mrk421のNPSD(Preliminary)



# Future Work

- 現在MAXIで受かっている50個程度のAGNについてもライトカーブを作成し、 $M_{\text{BH}}$ を求める
- もっと長期のデータを使いさらに長いタイムスケールについて調査したい
- 大部分は既に他の方法から $M_{\text{BH}}$ が推定されているため、過去の結果と比較してX線光度の時間変動を用いた方法の評価をする
- Breakのタイムスケールと $M_{\text{BH}}$ の比例関係、AGNの種類によってその関係がどのように変わるのかということをよりはっきりさせたい