

X線による活動銀河核研究: 現状と展望

寺島 雄一 (宇宙研)

1. 活動銀河核の重要課題

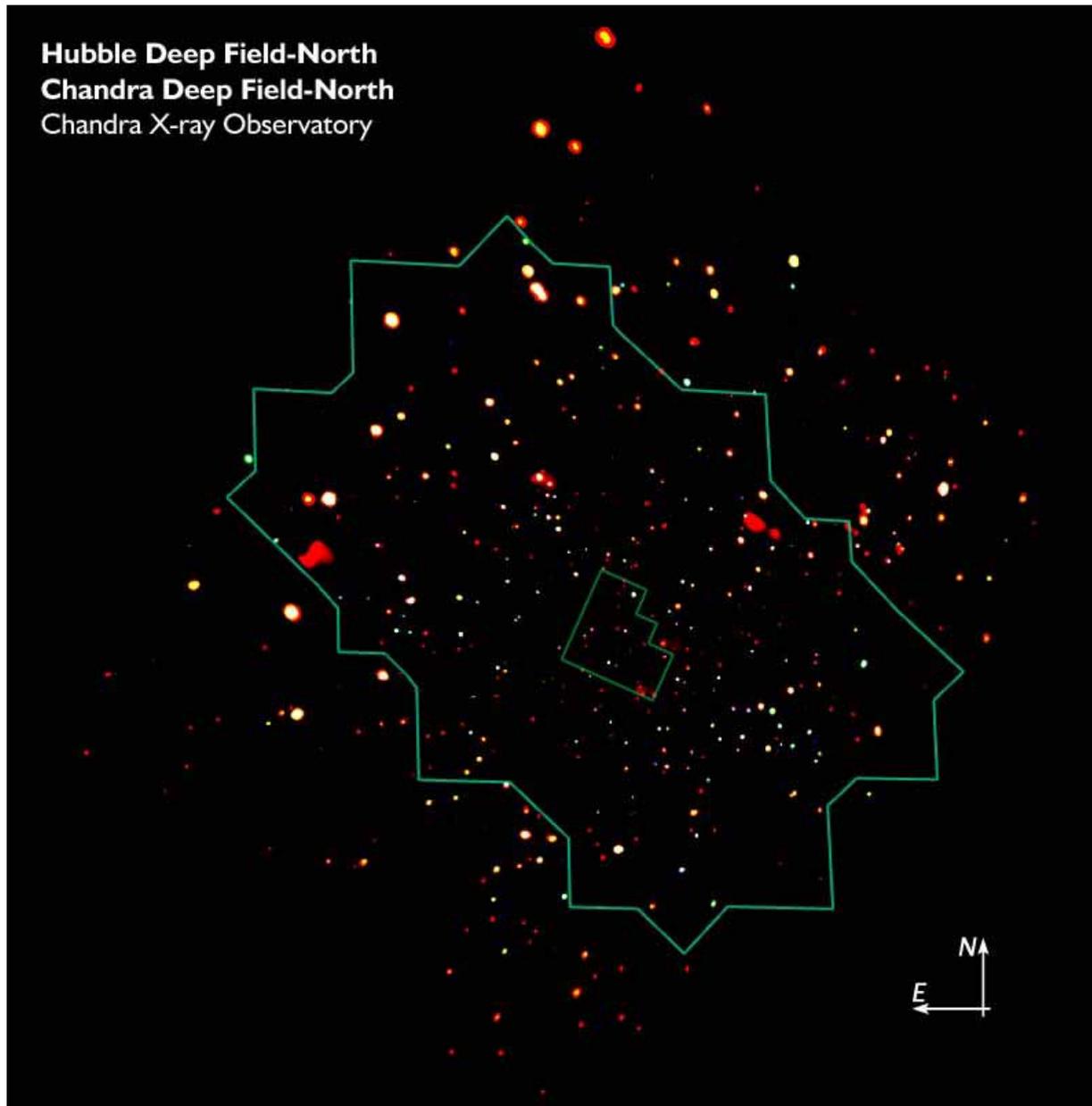
X線によるアプローチ

- X線(0.1-60 keV)
 - 高エネルギー放射: すべてのAGNに共通する性質
 - ブラックホール近傍(深い重力ポテンシアル)のプロープ
ブラックホール/降着円盤/ジェットの物理の理解に欠かせない手段
 - 透過力高い (隠されたものも含め)AGNの有効な探索手段
 - Obscured AGNはAGNのmajority (x4-5 unobscured)

(1) X線サーベイによるX線背景放射の起源とAGNの
宇宙論的進化の理解

(2) X線分光によるブラックホール+降着円盤の物理の理解

2. X線背景放射の起源とAGNの進化



- X線背景放射
~ AGNの
重ね合わせ

AGN進化の歴史

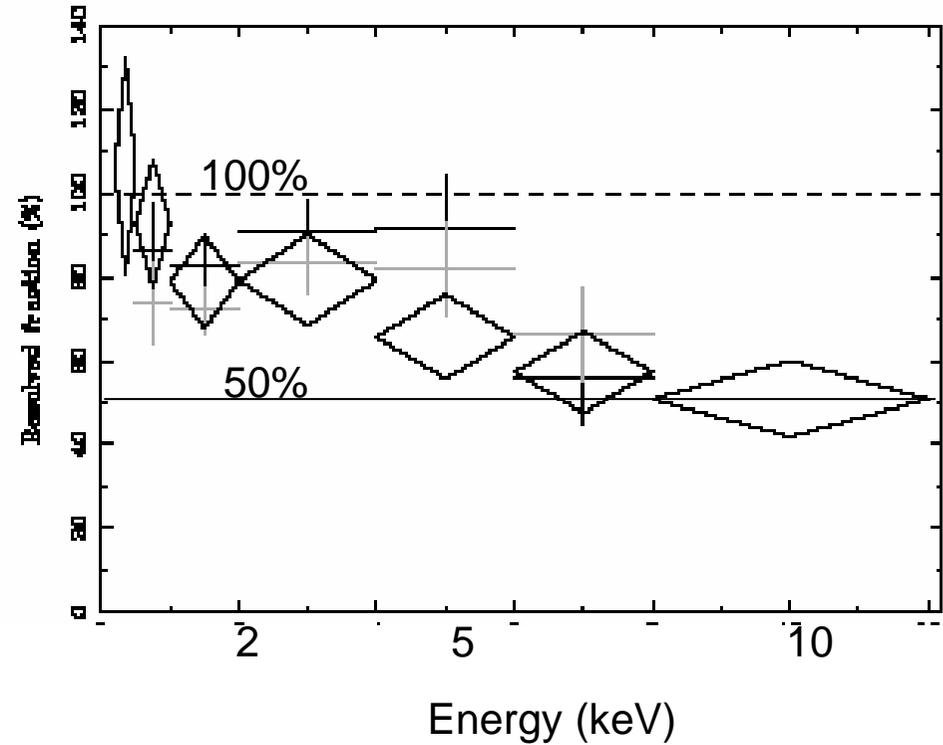
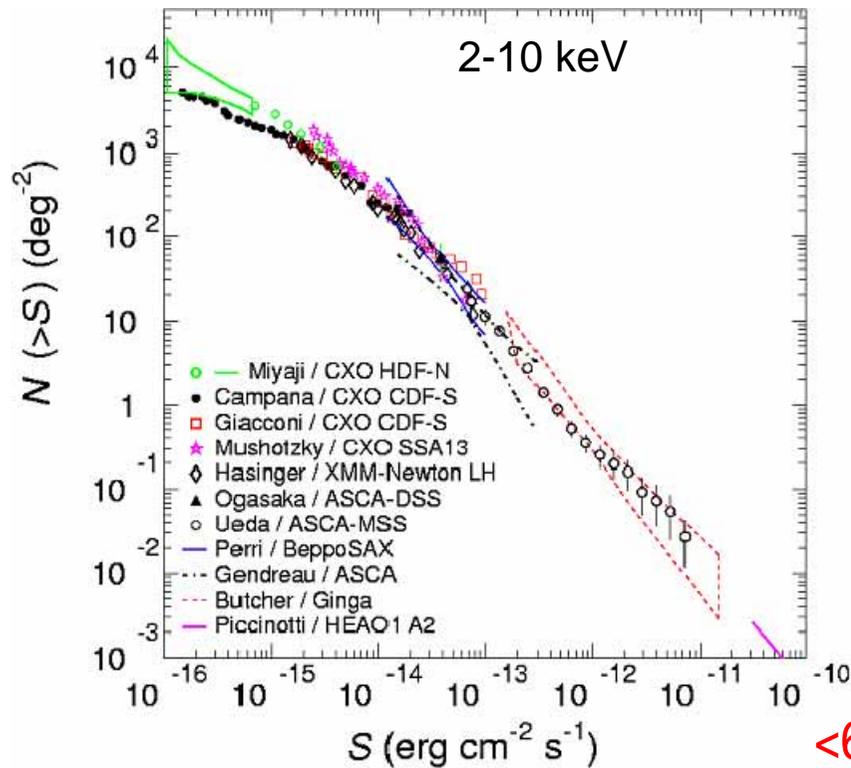
Chandra Deep Field North
(20'x20')

Review: Brandt & Hasinger
ARAA 2005

Resolved Fraction of CXRB

■ log N - log S

resolved fraction(Worsley et al. 05)

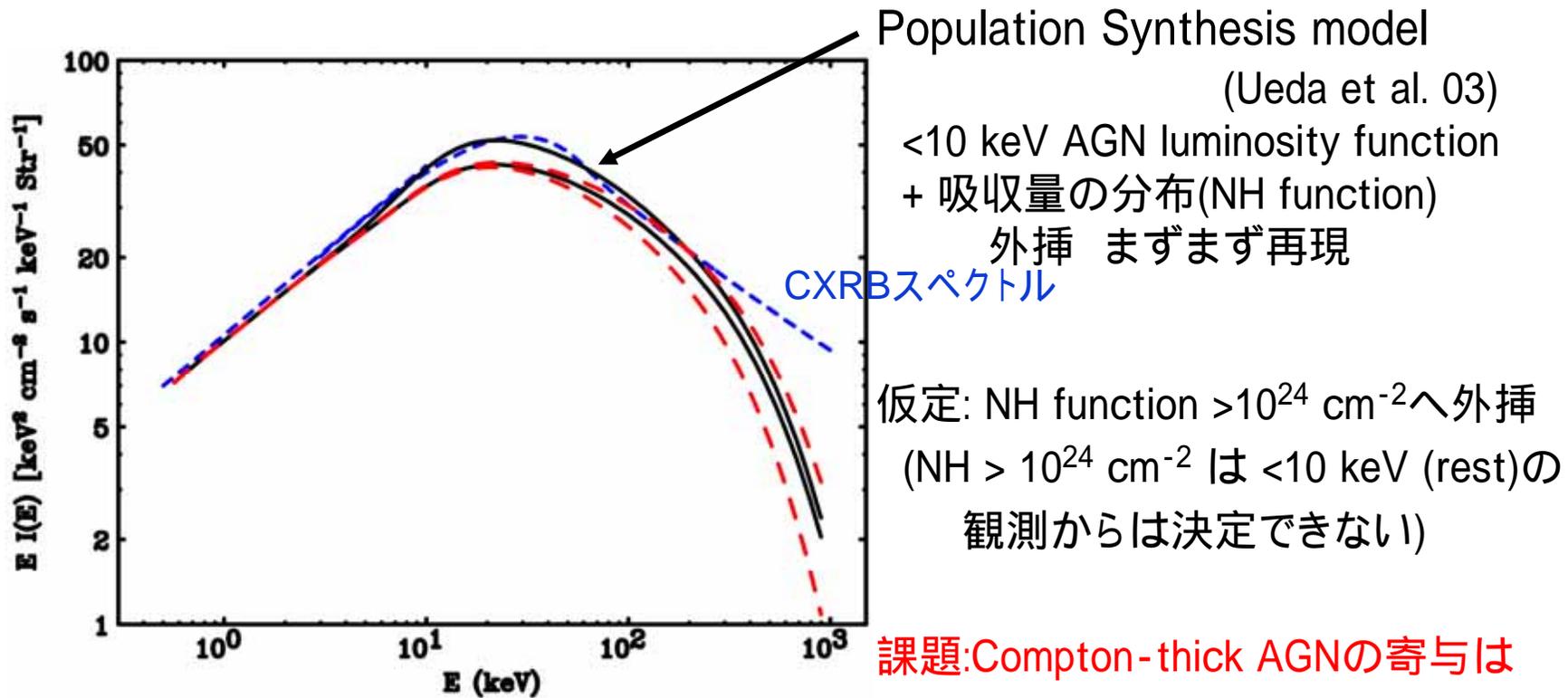


<6 keV ではほぼ点源に分離(80-90 %)

>6 keVではまだ60 %程度しか分解されていない

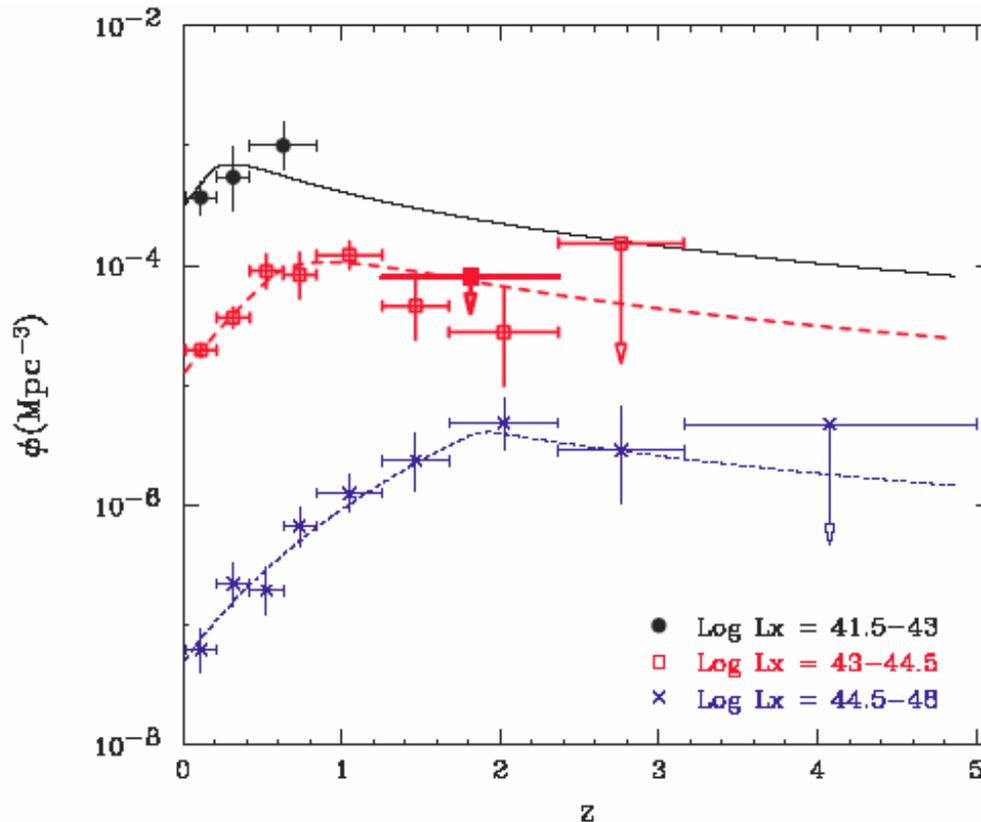
CXRBのスペクトル

- ピークは30-40 keV
 - **最も重要なエネルギー領域の理解はまだ**



課題: Compton-thick AGNの寄与は
これで正しいか?

AGNの進化



Ueda et al. 2003

AGNの存在頻度は、低光度のものほど
近傍
「ダウンサイジング」

課題: ピークよりhigh-z側での進化
(AGNの形成・成長)
銀河進化との関係
(SWANS, PI=Nagao;
X線で適切な深さと広さを
達成するのは困難)

ブラックホール質量の成長史

■ z=0でのブラックホール質量関数(Marconi et al. 04)

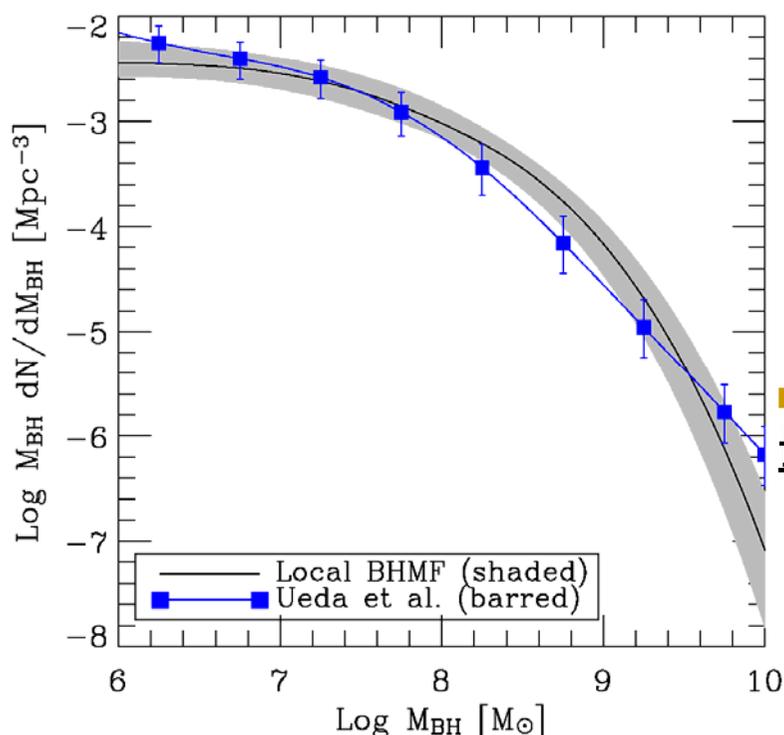
■ 仮定:

BH成長は降着だけによる(マージングは無視)

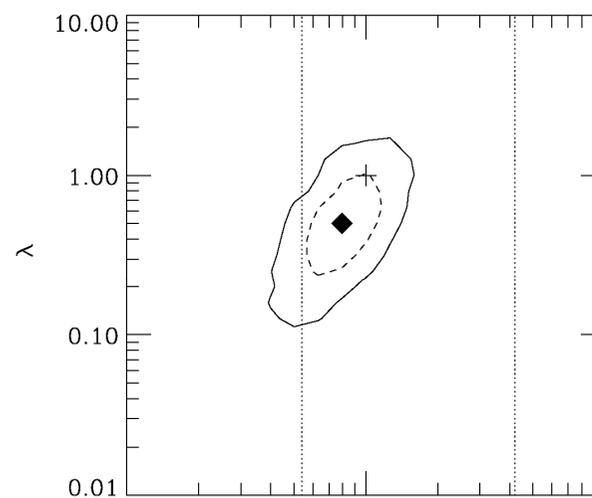
Eddington比 一定

放射効率 一定

$$L = \lambda \frac{M c^2}{t_E} = \epsilon \dot{M}_{acc} c^2$$



■ Ueda LF (z=0-3), $\lambda = 0.1$, $\epsilon = 1$ でよくlocal BH質量関数を再現



課題: 超臨界降着(e.g., Kawaguchi et al. 04)/
隠されたAGNによる質量成長は?

降着円盤+ブラックホールの物理の理解

X線サーベイ(背景放射とAGN進化)の課題

□ 課題

- 硬X線背景放射の起源とCompton-thick AGNの寄与の理解
- $z > 2$ でのAGN進化
- “Elusive AGN”: 激しい星生成を伴うAGNは強い吸収を受けていることが多い
銀河形成と中心核形成の関係/共進化
- ブラックホール+降着円盤の物理/Mdot function

□ 観測

- 硬X線(> 10 keV)での高感度観測 ($z < 2$; 存在頻度peak) NeXT, XEUS
 - Blank skyのサーベイ(N.B. narrow FOV)
 - Well-defined sampleのサーベイ(local galaxies, IR/Sub-mm galaxies)
- 進行中のサーベイ ($z > 2$) (Chandra/XMM XEUS)
[note: negative K correction]
 - GOODS, COSMOS, SXDS, etc.

X線サーベイは吸収に強く、低光度でもAGNを簡単に選べる

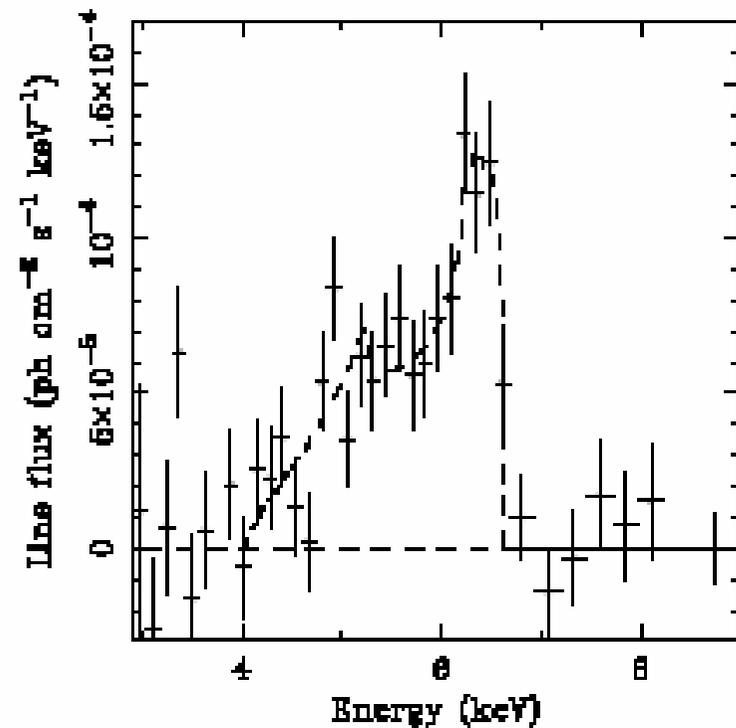
areaと深さを稼ぐのはたいへん(可視サーベイと相補的)

3. X線分光によるブラックホールと降着円盤の物理

- ブラックホール近傍の強重力場の証拠/メトリックの測定
- 降着円盤の理解
- A text book example
 - MCG-6-30-15
(Tanaka et al. 1995)
 - 重力赤方偏移
 - Doppler boost

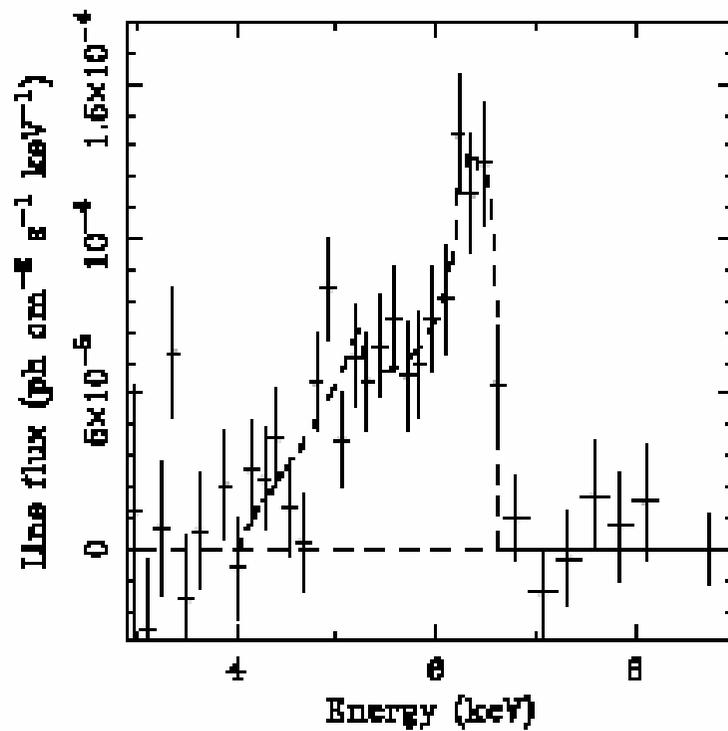
強い重力場の証拠

X線分光: Direct imagingと相補的



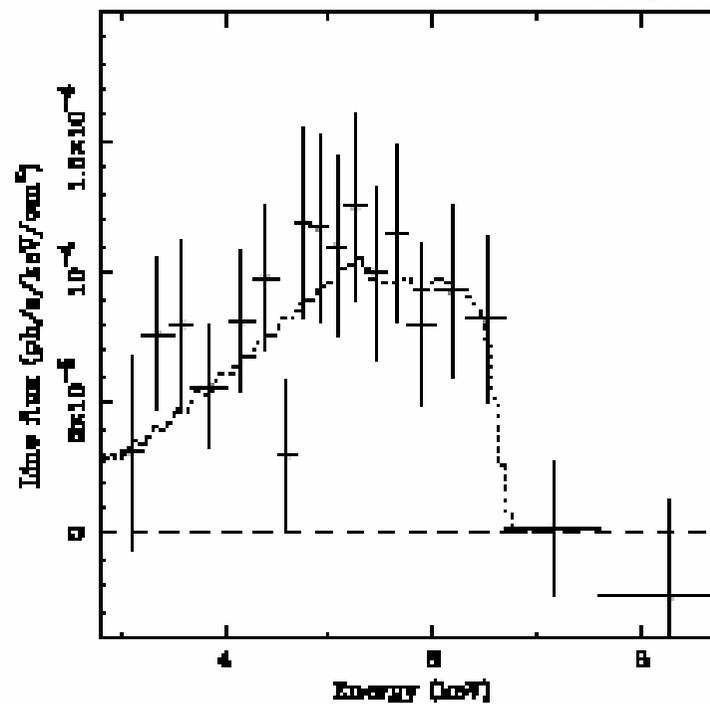
MCG-6

Average



“Deep minimum”

Kerr BH?



Iwasawa et al. 1996

ブラックホールと降着円盤: 課題

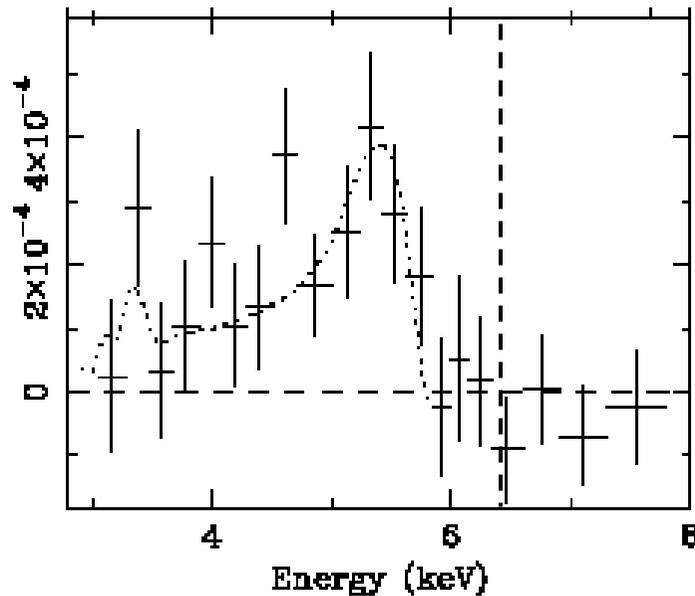
(Disk line関連)

- “Disk line” 解釈については決着がつかっていない
 - BH強重力場が見えかけている?ので追求すべき重要課題
 - **課題:**
 - 様々な解釈の不定性の解決 (Astro-E2/NeXT/XEUS)
 - 連続成分の形状、視線上の吸収の影響
 - Diskと関係ない幅の狭い成分の寄与
 - Diskを照らしている連続成分と無関係な輝線の時間変動
 - 変動観測
 - 理論的予測
 - 期待される輝線プロファイル/変動
 - Disk lineに限らず降着円盤/ジェット一般、観測と比較できる予言
-

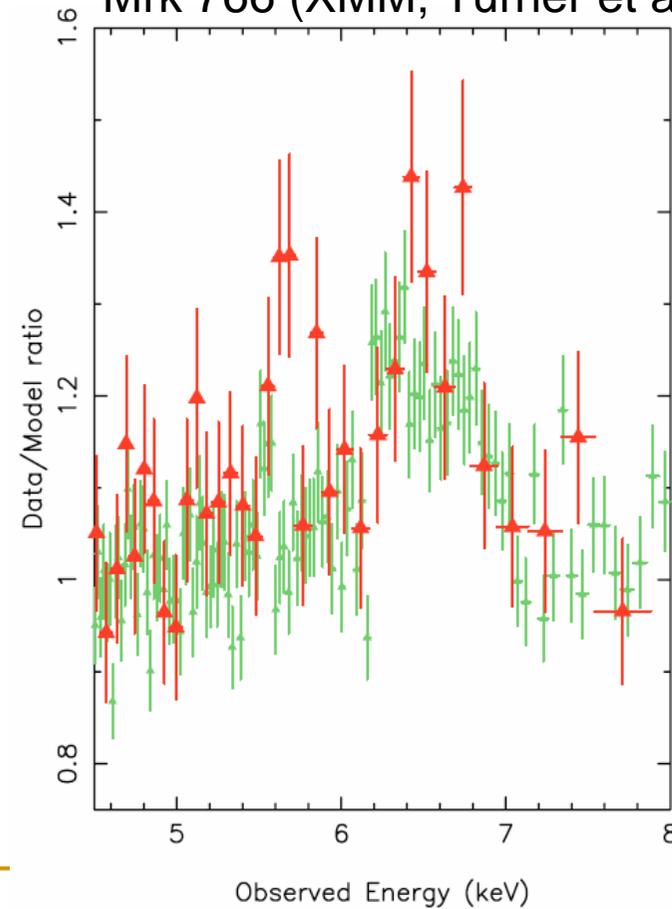
Transient Feature

- Disk上のlocalなフレアか?

MCG-6 (ASCA; Iwasawa et al. 1999)
BH近傍のフレアで6.4 keVの輝線が
<6 keVにまで重力赤方偏移か



Mrk 766 (XMM; Turner et al. 2004)

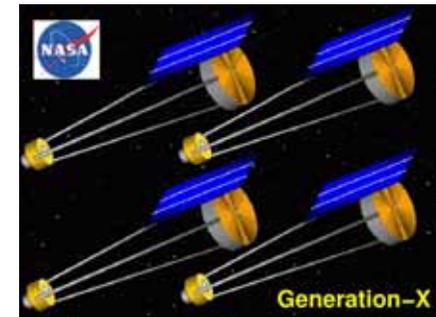
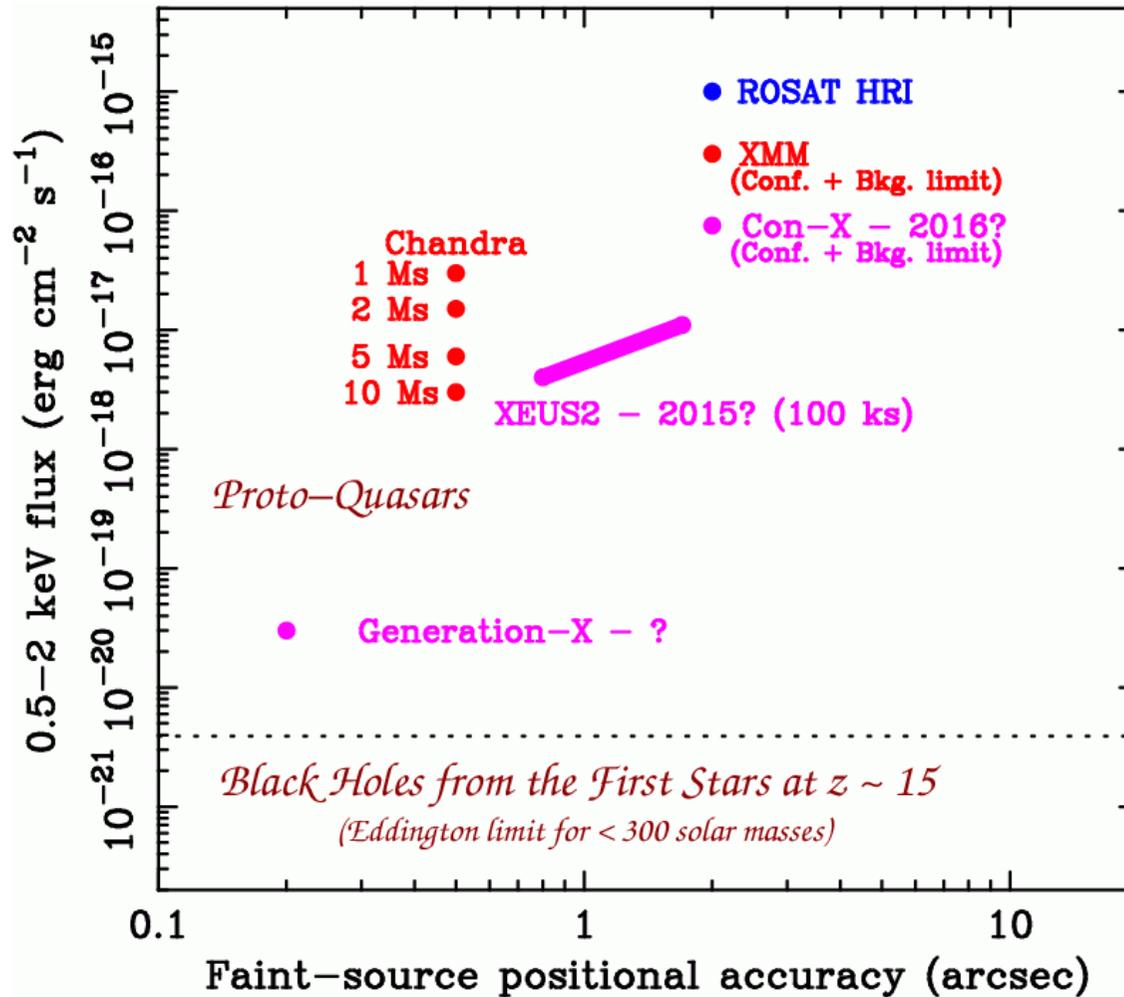


ブラックホールと降着円盤の課題

- “Disk line” 解釈については決着がついていない
追求すべき重要課題
- **課題:**
 - 様々な解釈の不定性の解決 (Astro-E2/NeXT/XEUSで解決)
 - 理論的予測
 - 期待される輝線プロファイル/変動
 - Disk lineに限らず降着円盤/ジェット一般、観測と比較できる予言

BH重力場の証拠/BH spin測定

Long-Term Prospects – Proto-Quasars and Black Holes from the First Stars



1 Chandra count per 35 yr

W. N. Brandt