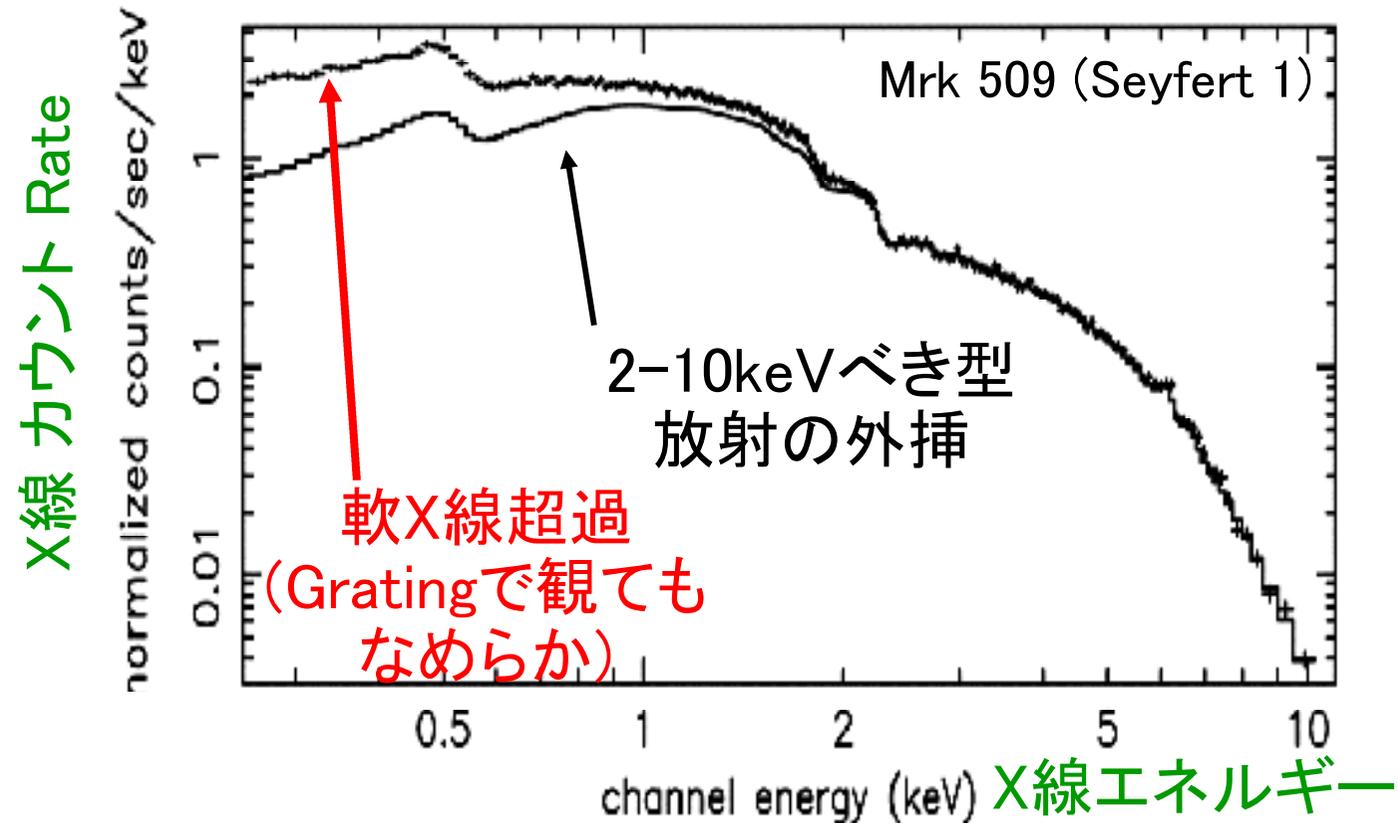


活動銀河核の古くて新しい問題 -- 軟X線超過の起源 --

川口俊宏 (札幌医科大学)

2015年6月21日(日)



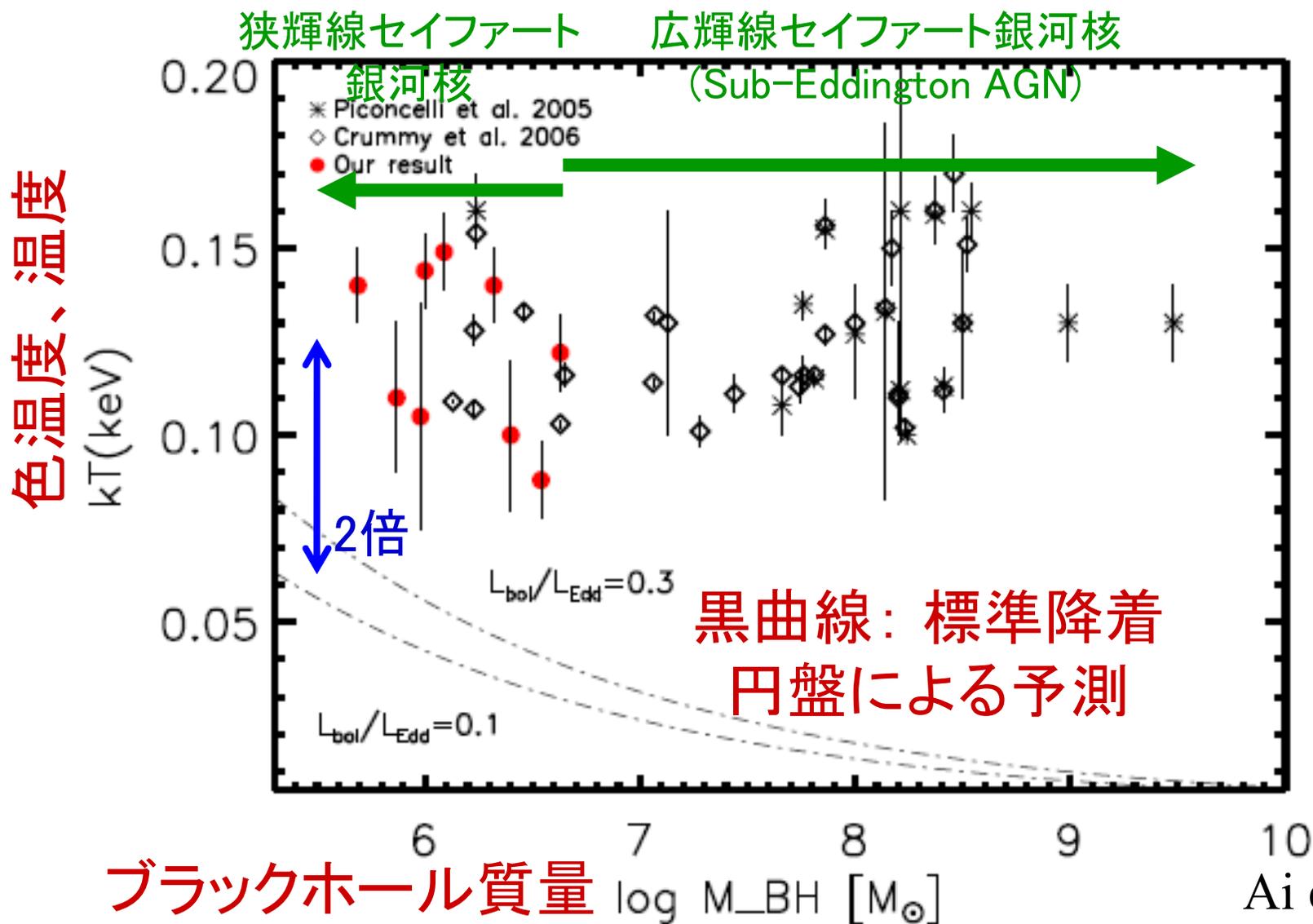
A. 広輝線セイファート銀河核・クェーサー (エディントン光度以下)
諸説あり: 6つ、~時代順に紹介

B. 狭輝線セイファート1型銀河 (超エディントン光度)
降着円盤での説明がうまくいっている

Aの2割前後
e.g. Kawaguchi+04b

軟X線超過の色温度と M_{BH} との関係:

(特に sub-Eddington AGNで)“軟X線超過=円盤起源”説とは合わない



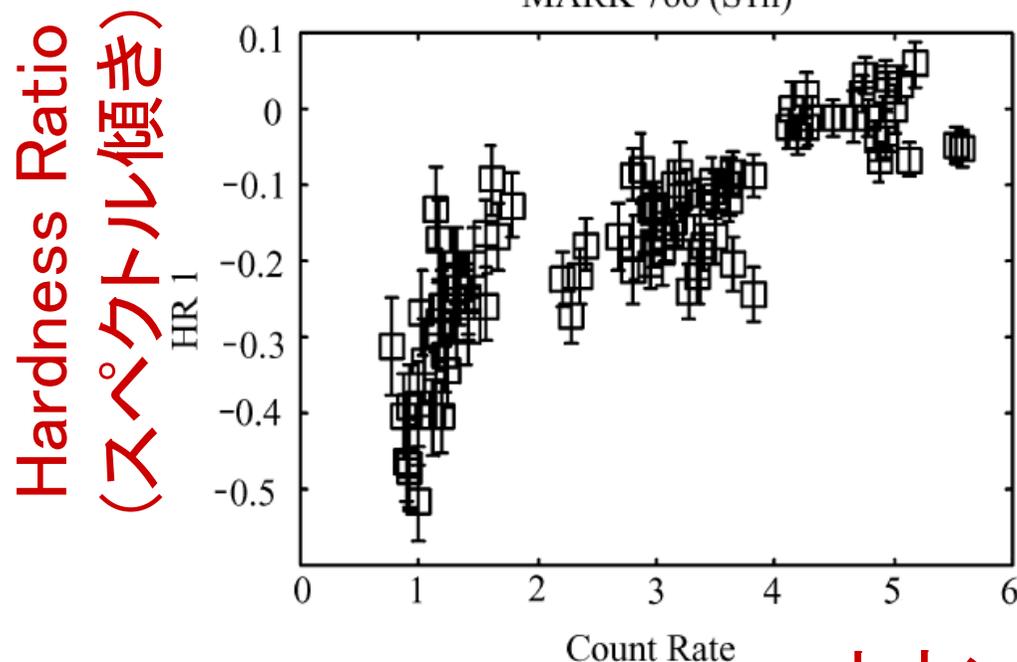
軟X線光度変動:

広輝線セイファート(BLS1) v.s. 狭輝線セイファート(NLS1)

光度増加でスペクトル傾きがどう変化するかに**逆の振る舞い**?

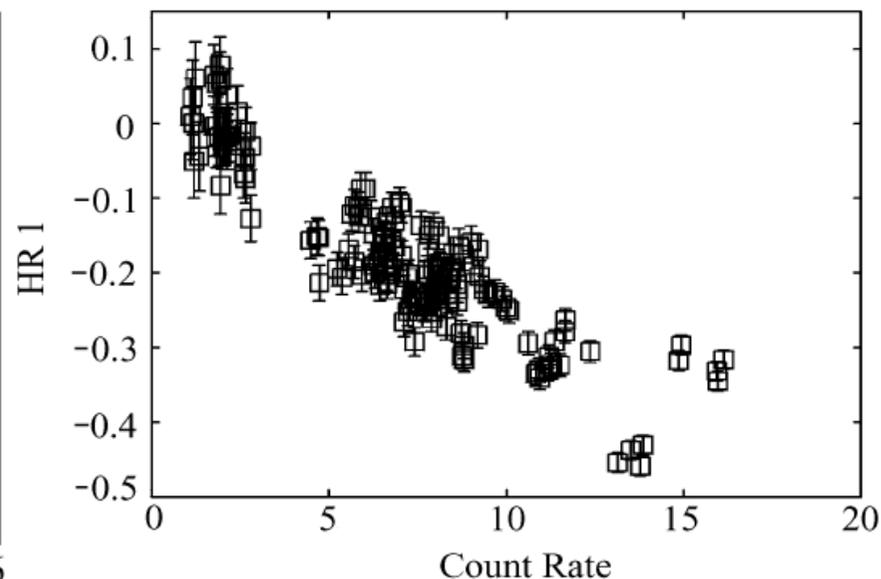
狭輝線セイファート
銀河核

MARK 766 (S1n)



広輝線セイファート銀河核
(Sub-Eddington AGN)

NGC 5548 (Sy1.5)



カウント Rate (光度)

BLS1とNLS1で軟X線放射の起源が異なることを示唆?

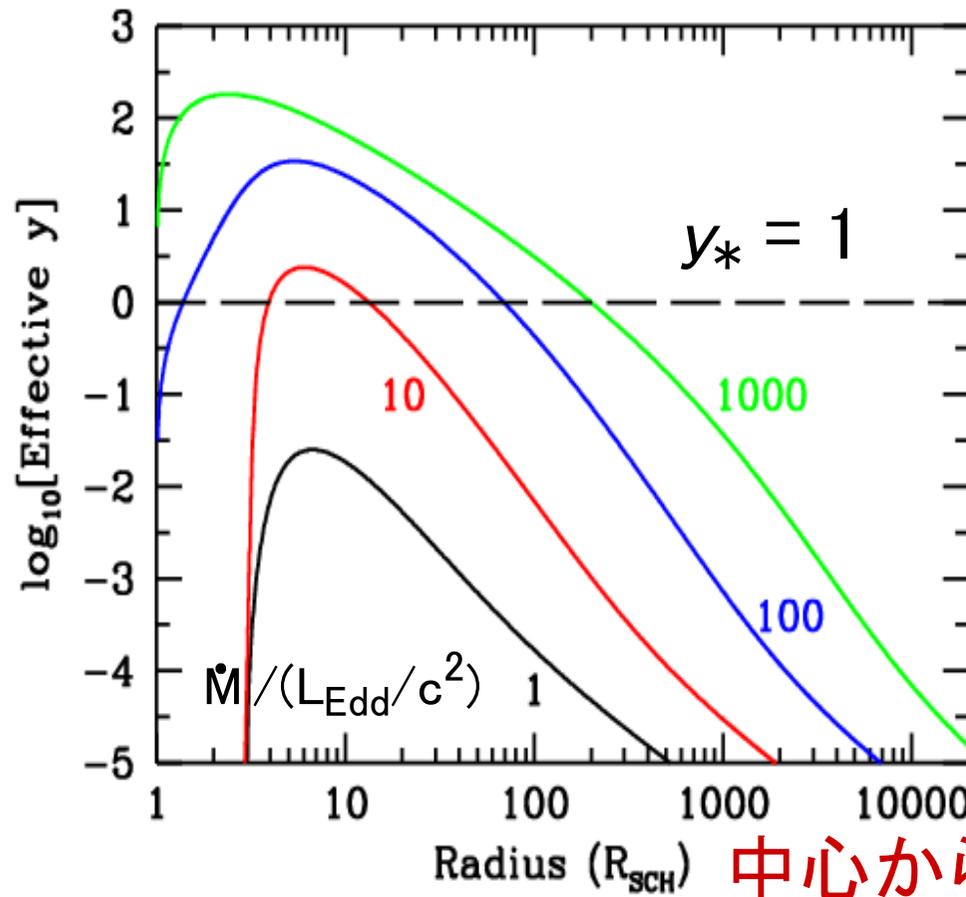
この講演では、別々にみていきます。

Cheng et al. 2002

広輝線セイファート(BLS1) v.s. 狭輝線セイファート(NLS1): 理論的考察

超臨界降着流になると、円盤の広い範囲で
逆コンプトン散乱が効き始める。(cf. 標準降着円盤)

コンプトンyパラメーター
(Disk内コンプトン散乱の効き具合)
対数表示

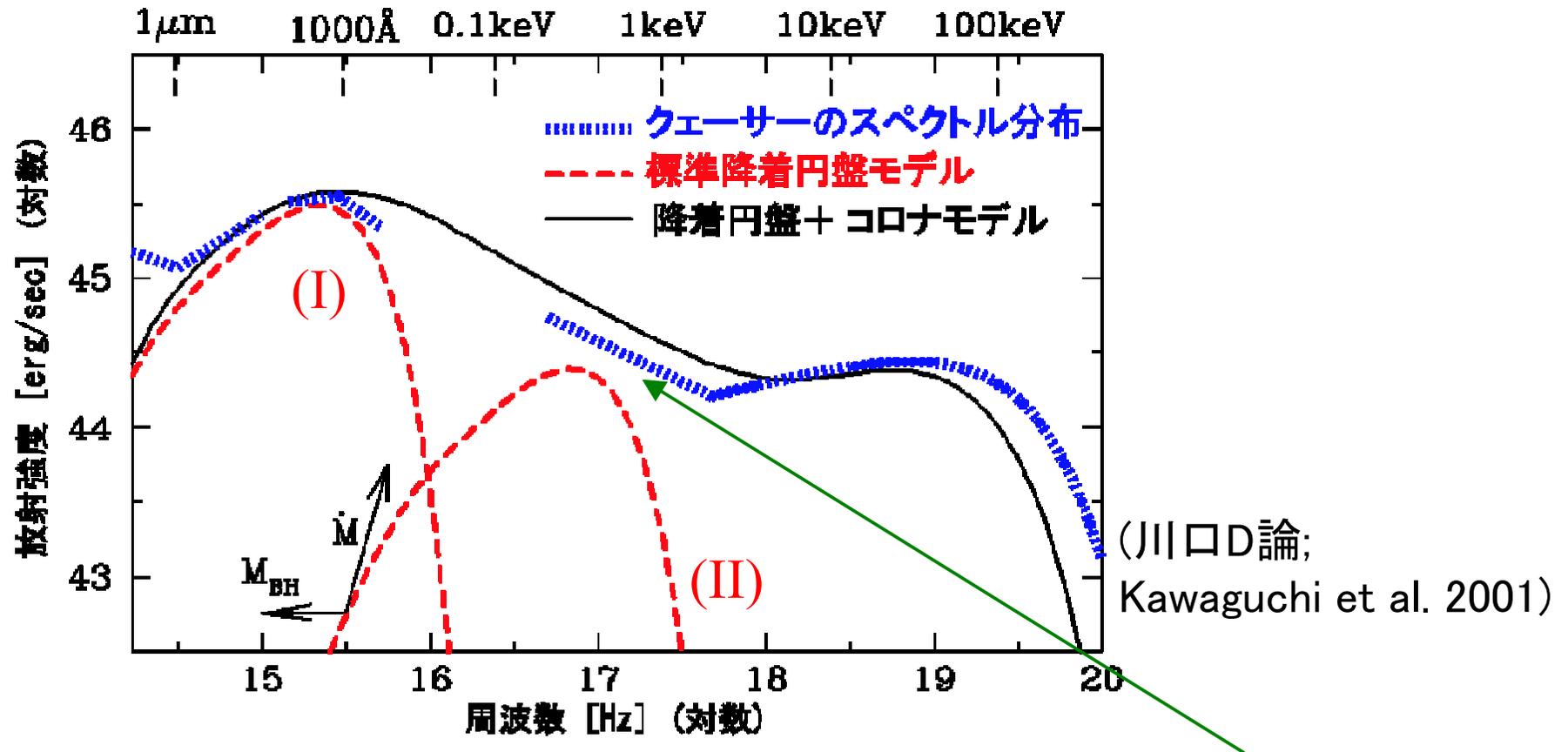


$$M_{\text{BH}} = 10^{6.5} M_{\text{sun}}$$

(Kawaguchi 2003)

Sub-Eddington 活動銀河核の軟X線放射: (A-1) 降着円盤内縁説

可視光-軟X線の広波長域スペクトルは、標準降着円盤で説明できない

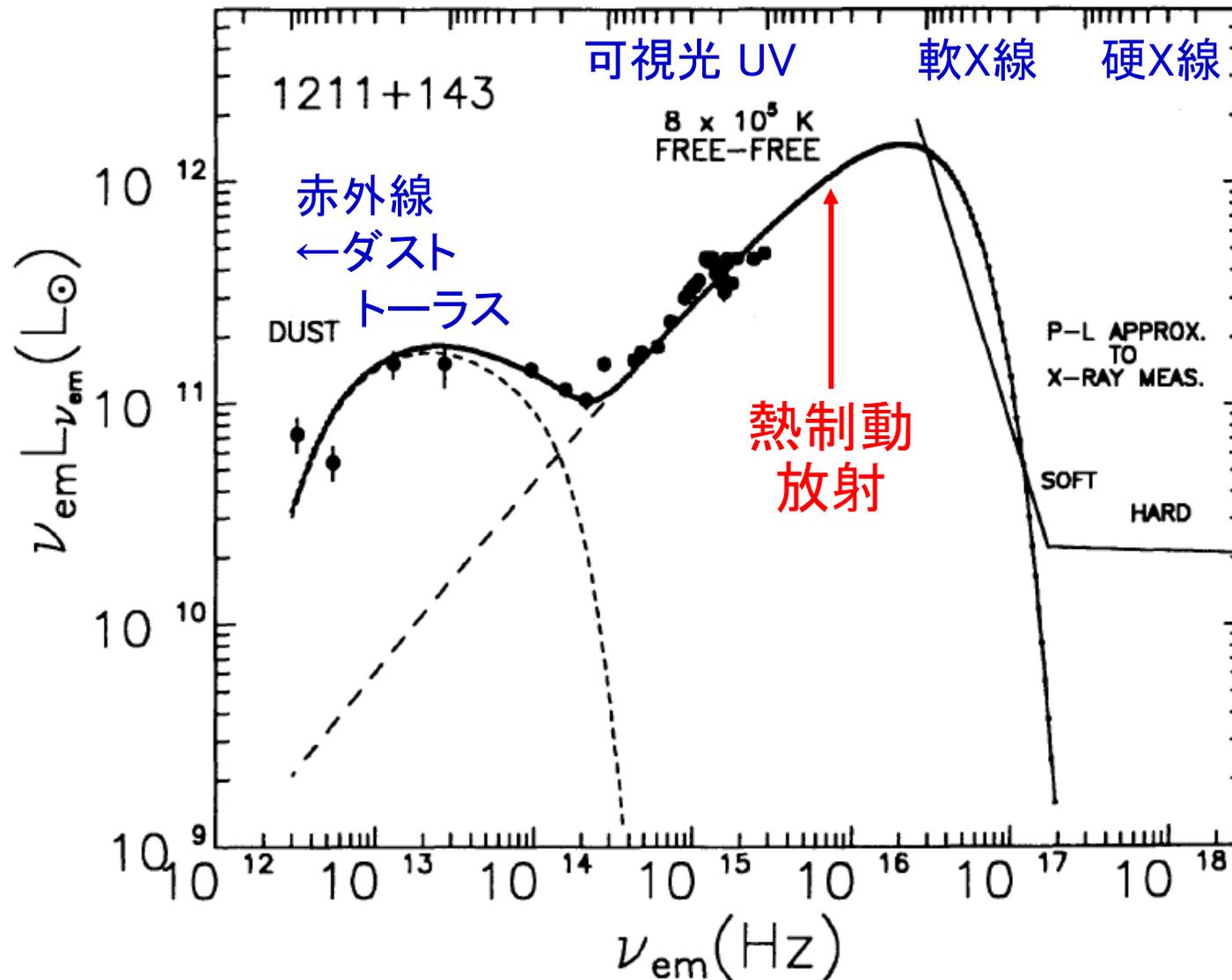


- I: 可視光・紫外線を降着円盤で説明しようとする、軟X線超過を説明できない
- II: (恒星質量BHと同様に) 軟X線を降着円盤で説明しようとする、可視光・紫外線を説明できない

(A-2) 熱制動放射説: Barvainis 1993

放射効率悪い \Rightarrow (Big Blue Bump説明には)大きな放射体積必要

\Rightarrow 速い時間変動の説明できない



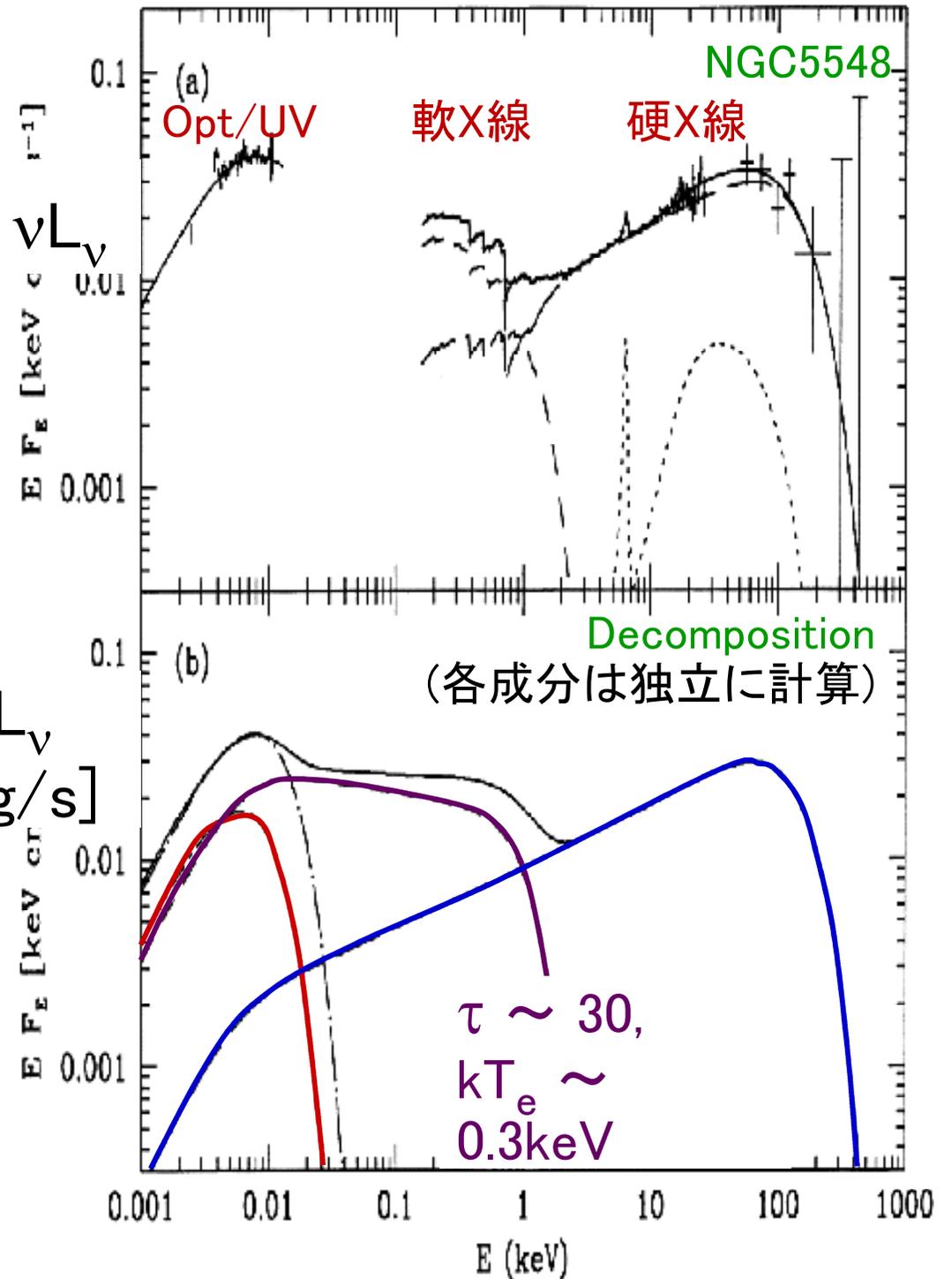
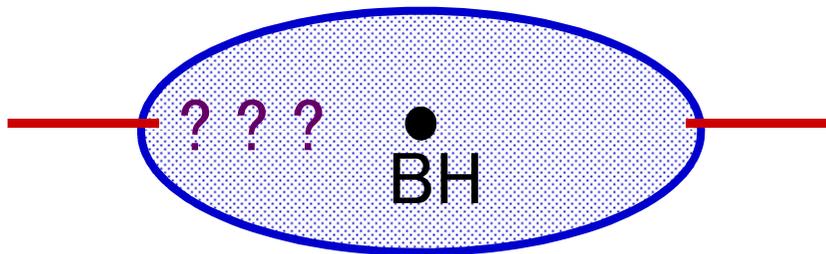
(A-3) “軟X線超過成分”説

Magdziarz et al. 98

可視光・紫外線を
降着円盤で説明

⇒ 軟X線が出せないのは
解決しようが無い

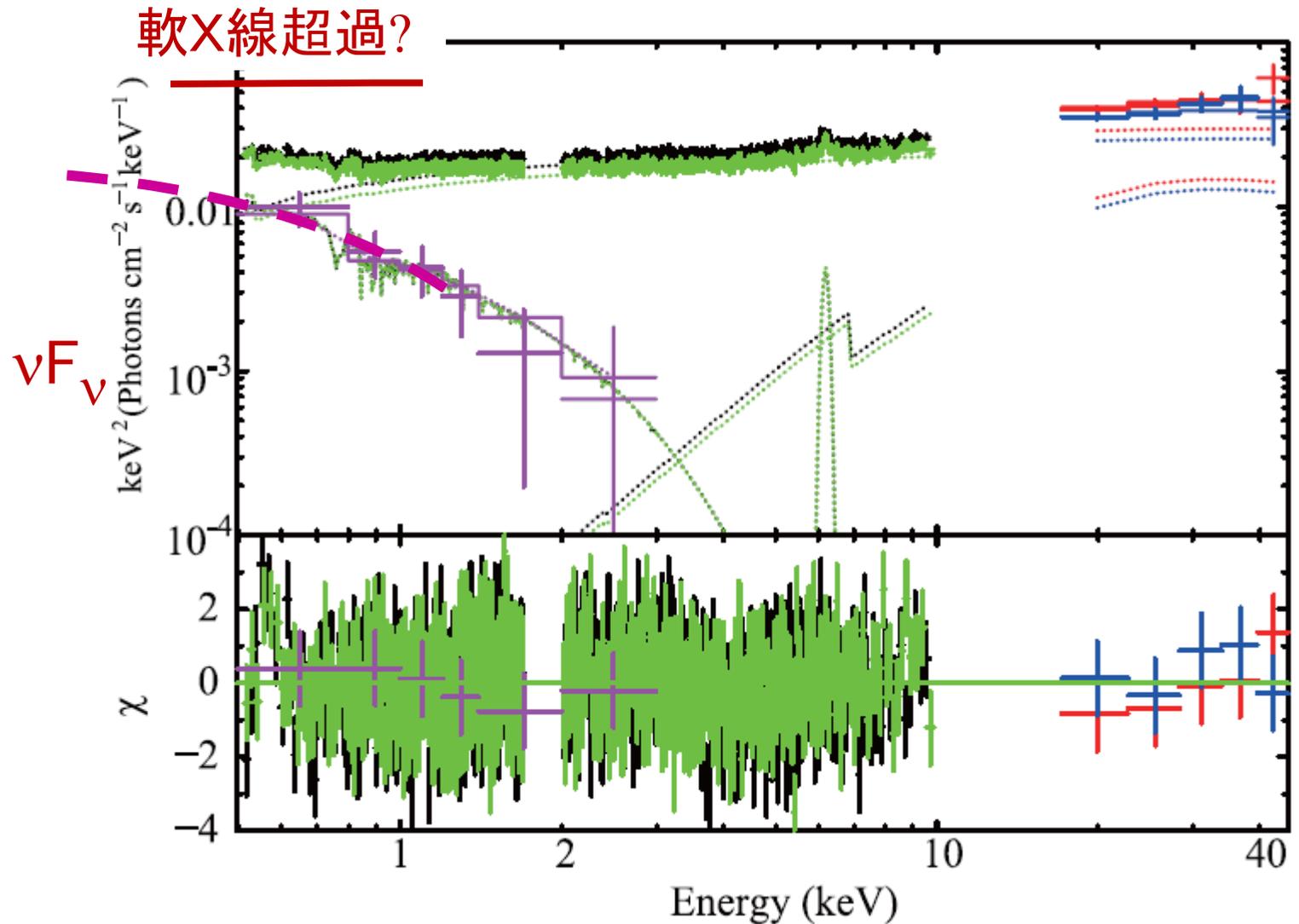
⇒ 円盤の近くに、光学的
に厚くそこそこ高温
のプラズマがあれば軟X線超過出る
(逆コンプトン散乱)



(A-3) 光学的に厚いコンプトン散乱説 Revival

時間変動
観測結果

↓
光学的に
厚い逆コン
プトン散乱
の成分を
示唆

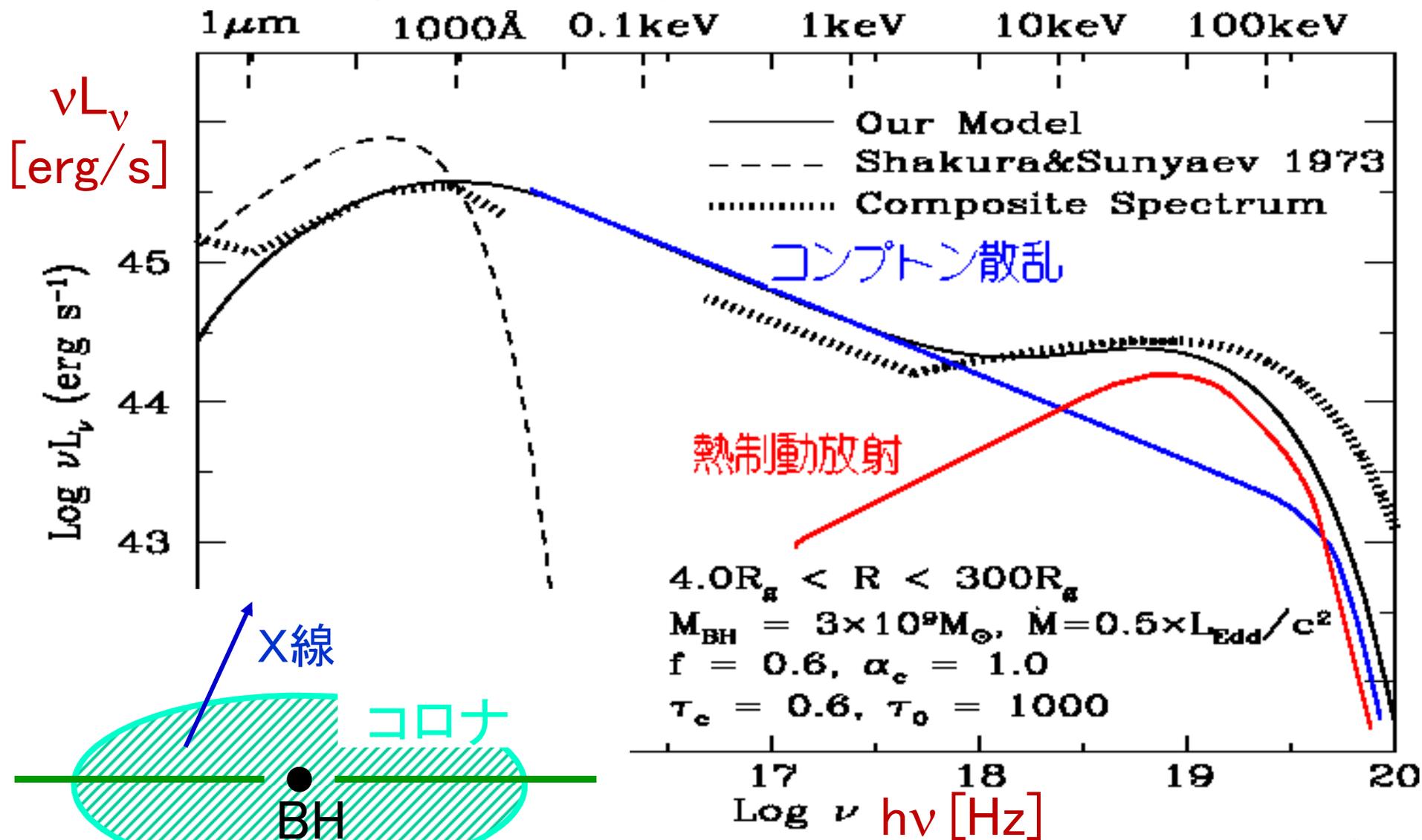


(Noda, Makishima et al. 2011)

Photon Energy

(A-4) 円盤上空にある光学的に薄いコロナでの逆コンプトン散乱

(軟X線が逆コンプトン散乱、という点はA-3説と共通)



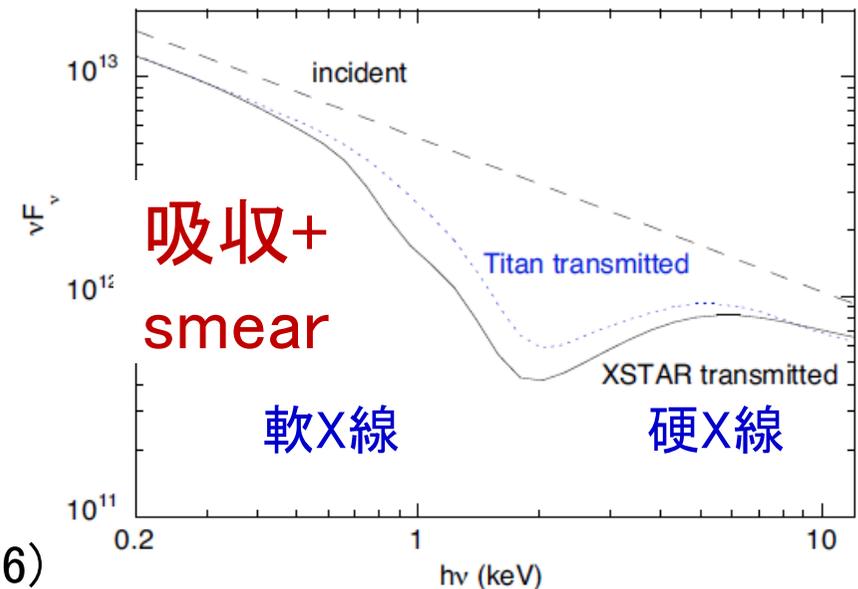
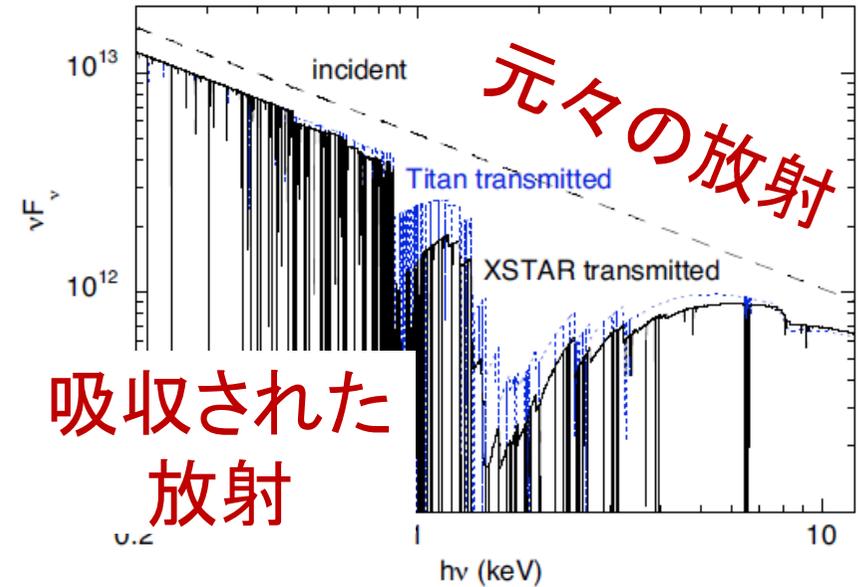
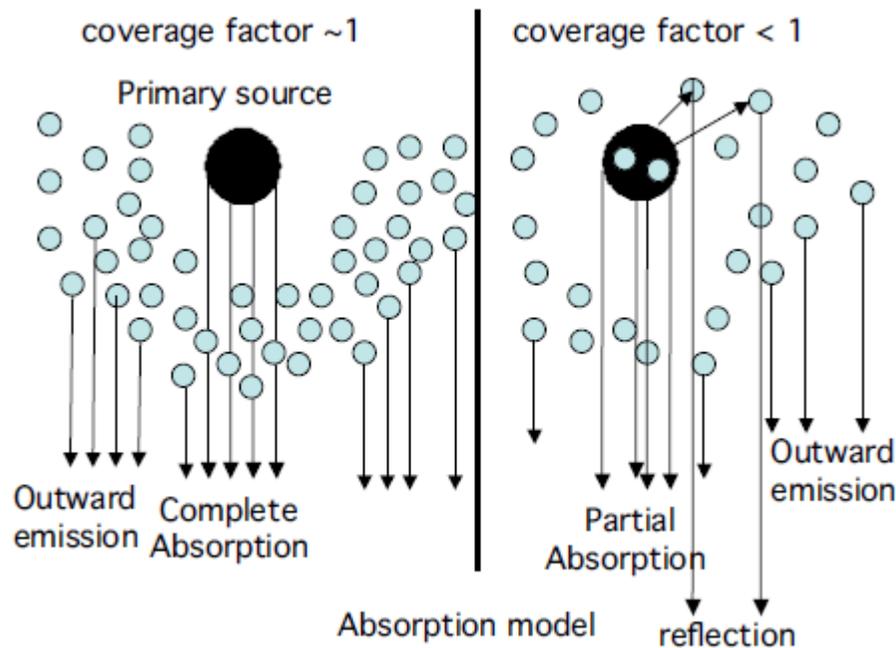
(A-5) Warm Absorber 説:

⇒ 海老沢さん講演

(軟X線が光学的に薄い逆コンプトン散乱、という点はA-4説と共通)

= Relativistic Wind

(line, edgeをsmearする必要)

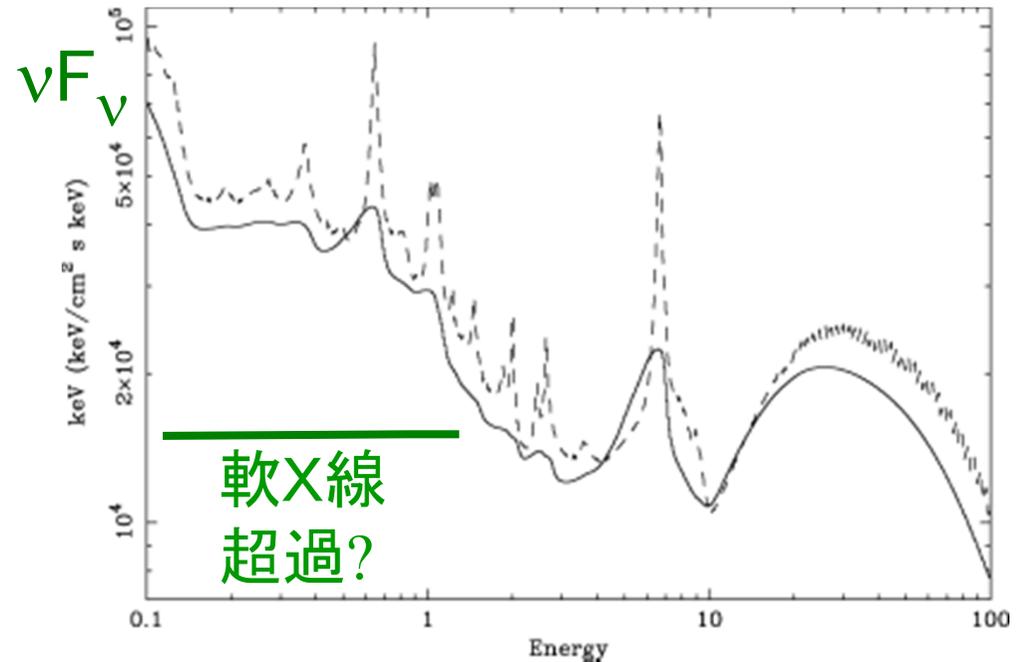
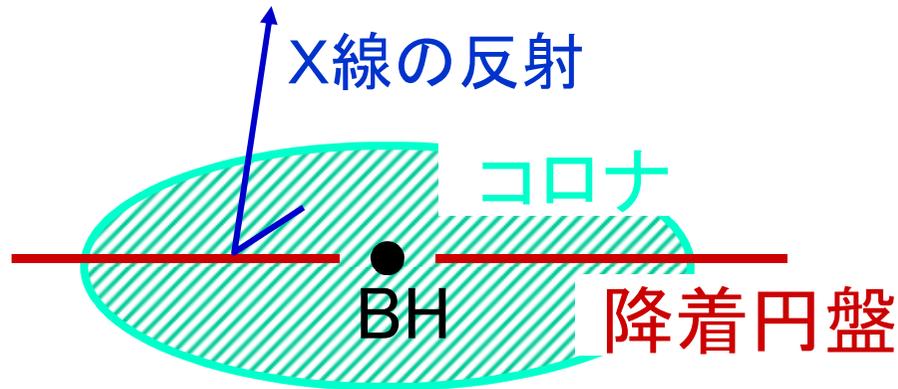


(Chevallier + 2006)

(A-6) Ionized Reflection 説:

コロナに照らされた円盤表面

(Ross & Fabian 2005)



点線: 硬X線に照らされた円盤表面からの
反射スペクトル。軟X線の輝線群は、

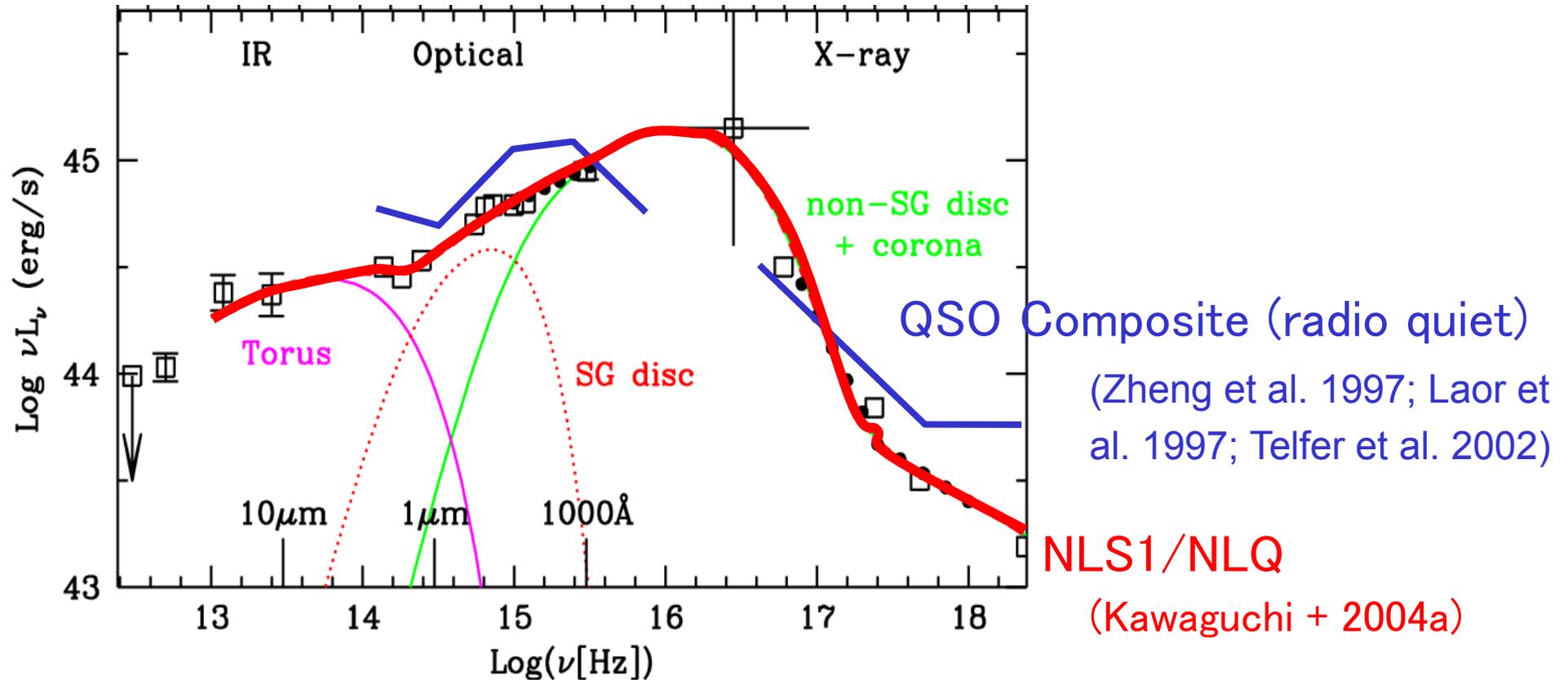
C VI, O VIII, Mg XII, Si XIV などのLyman α .

実線: BH近傍での**ほぼ光速の回転運動**によりなまらされたスペクトル。

制限: 放射領域がBHの極近傍に在る必要があるため、rotating BH
(Kerr BH)が必要。照射強度のfine tune, **edge-on(~ 85 度)**で観る必要。

(B) 狭輝線セイファート銀河核 (super-Eddington降着)

スペクトル分布 : (A) クェーサー v.s. (B) NLS1



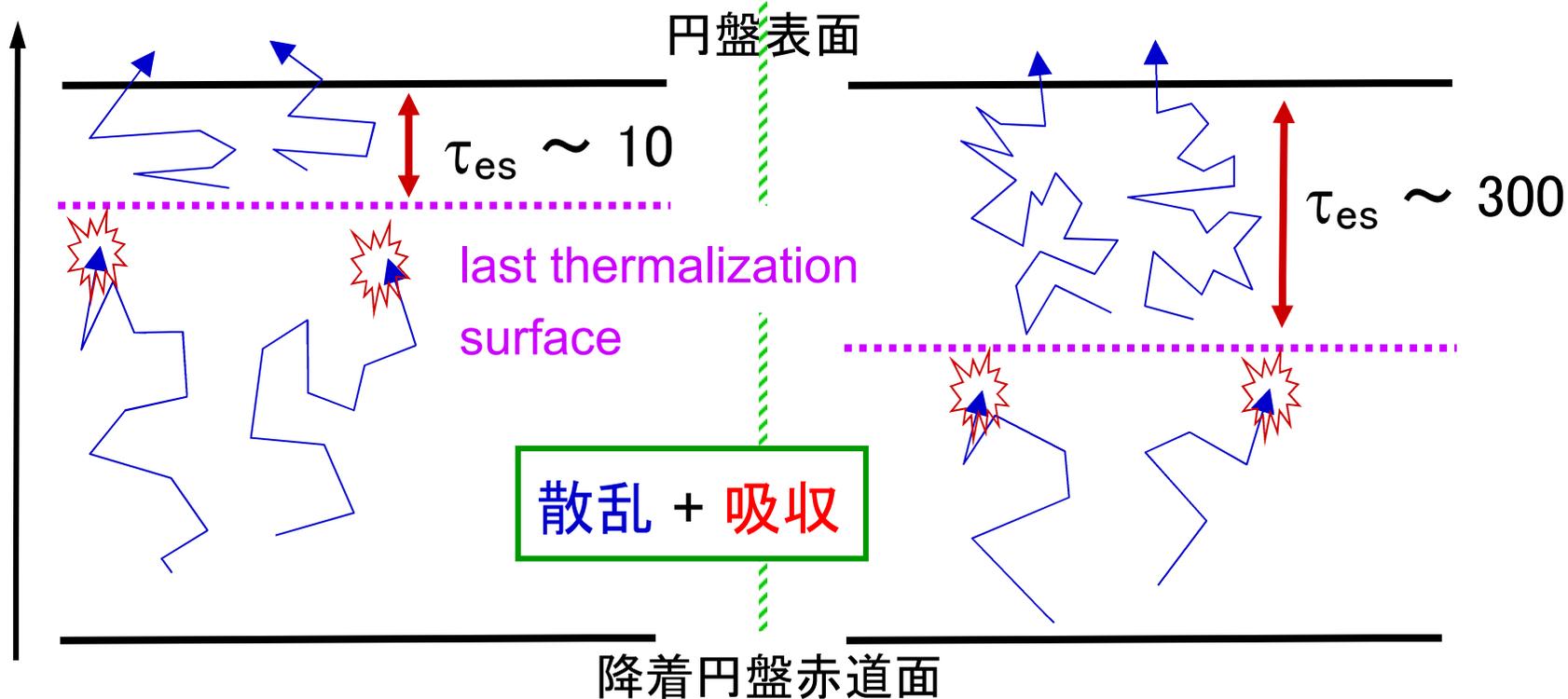
降着円盤表層での逆コンプトン散乱 (disk Comptonization)

亜臨界降着(左)でも逆コンプトン散乱を起こす表層はあるが、 y 小。

超臨界降着時(右)はスペクトル変形大 (Kawaguchi 03)

⇒ 川島さん講演

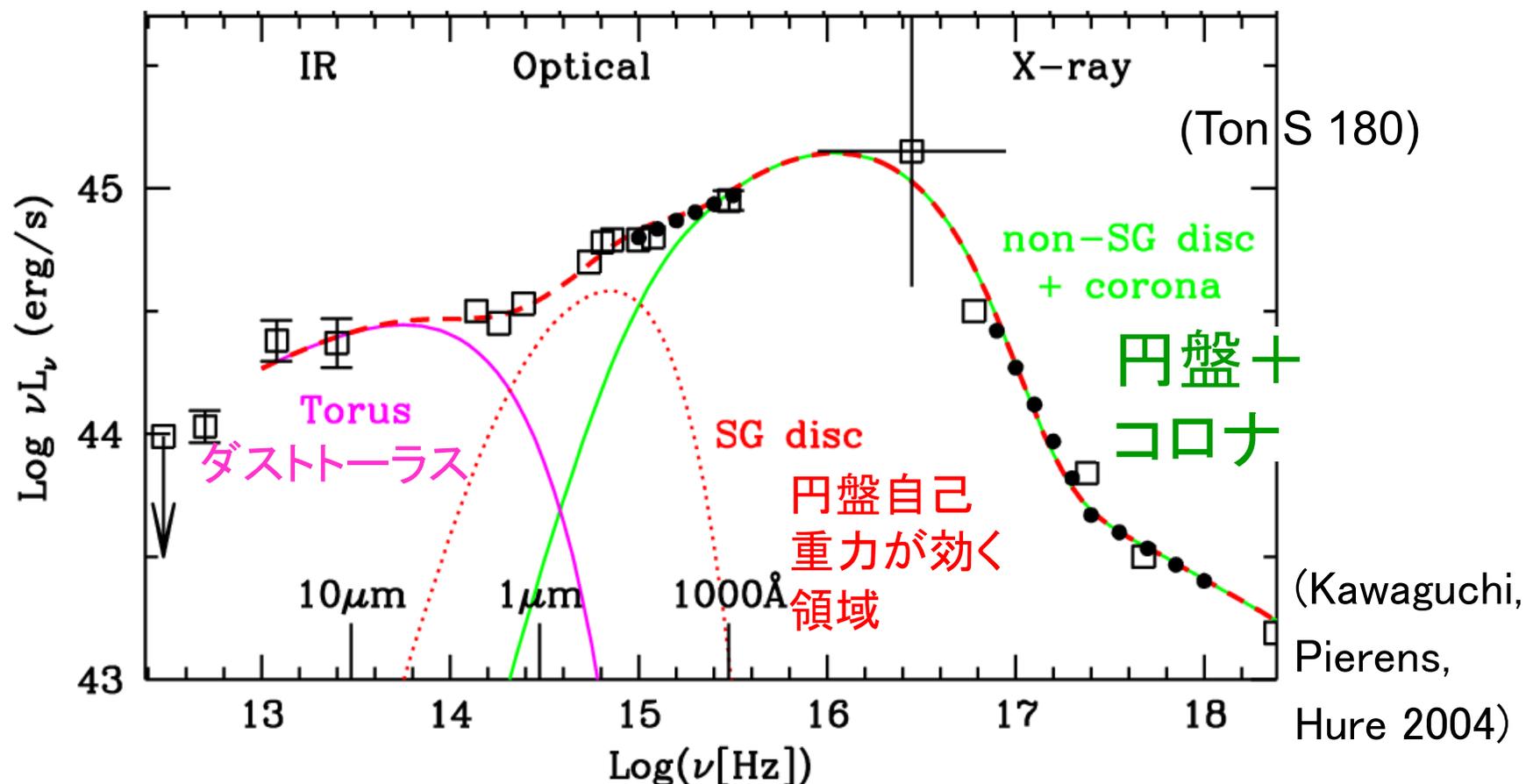
(A) Sub-Eddington rate ($\dot{M} = L_{\text{Edd}}/c^2$) (B) Super-Eddington ($\dot{M} = 1000L_{\text{Edd}}/c^2$)



($r=5r_{\text{Sch}}$, $M_{\text{BH}}=10^{6.5} M_{\text{sun}}$)

(B-1) 狭輝線セイファート銀河の軟X線超過: 降着円盤説

(A) 亜臨界降着天体と異なり、降着円盤内縁部からの放射で軟X線放射が説明できる



NLS1のsteepな軟X線放射を説明し易いので(B-5)Warm Absorber説も (Komossa 2000)

まとめ: 軟X線超過の起源諸説

(A) Sub-Eddington AGN

内容	場所	放射機構	問題点
1 降着円盤内縁	最終安定軌道付近	熱放射(+Disk内逆コンプトン散乱)	可視光・紫外線の光度を説明できない
2 熱制動放射	巨大などこか	熱制動放射	速い時間変動の説明
3 軟X線超過成分	Truncated円盤?	光学的に厚い逆コンプトン散乱	理論的背景
4 コロナ	(円盤上空の)コロナ	光学的に薄い逆コンプトン散乱	個々の天体へのフィット
5 Warm Absorber	(円盤上空の)コロナ	光学的に薄い逆コンプトン散乱	Fine tune?
6 Ionized Reflection	(コロナに照らされた)円盤表面	輝線群+相対論的速度smearing	全天体 Edge-on view

(B) Super-Eddington AGN

1 降着円盤内縁	最終安定軌道付近	熱放射+Disk内逆コンプトン散乱	(5) WA説等との比較
----------	----------	-------------------	--------------