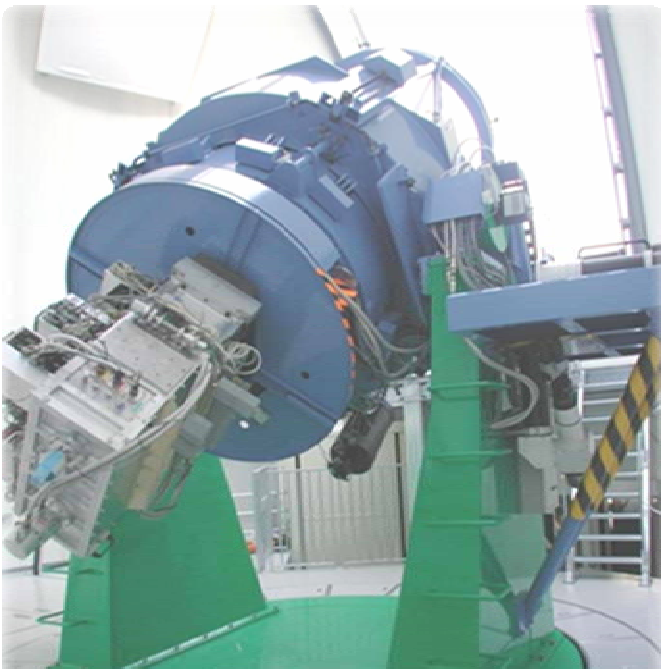


X線フレアを伴う G R B 071112C/080506 残光の近赤外からX線までの スペクトル変化



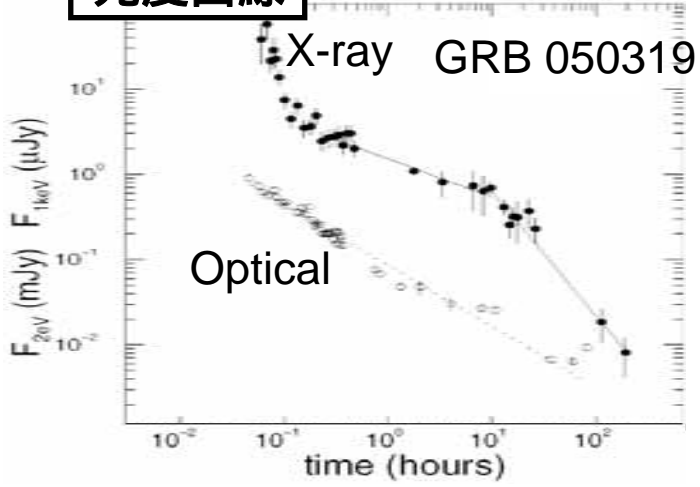
1.5m かなた望遠鏡

上原 岳士、

植村 誠、川端 弘治、深沢 泰司、山崎了、
新井 彰、笹田 真人、大杉 節、水野 恒史、
高橋 弘充、磯貝 瑞希、片桐 秀明(広島大)、
大野 雅功、佐藤 悟朗(JAXA/ISAS)
佐藤 修二、木野 勝(名古屋大)、
他「かなた」チーム

Introduction

光度曲線

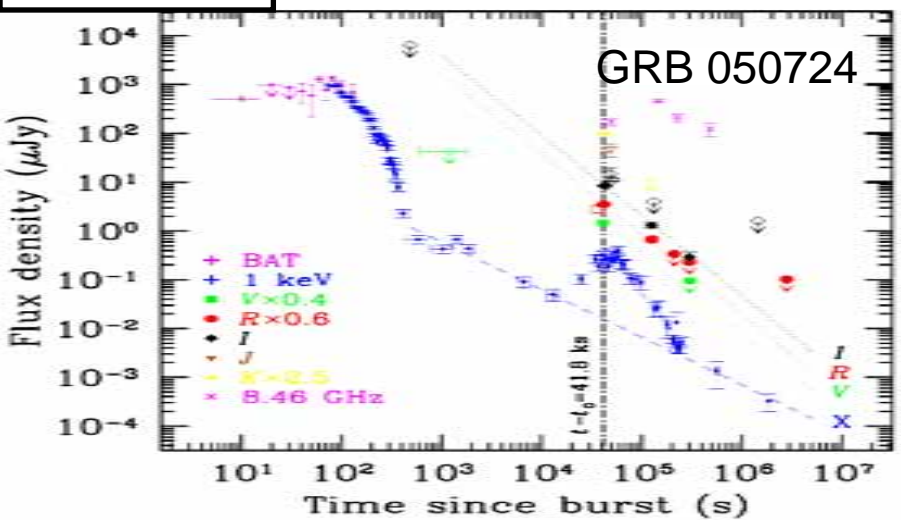


X線残光の特徴

- べき -3.0乗で急激に減光する (~ 300秒)
 - べき -0.5乗で緩やかに減光する (~ 10^4秒)
 - べき -1.3乗で減光する (~ 10^5秒)
- 約半数の残光に短時間だけ明るくなるX線フレア

残光後期である はGRB標準モデルでよく説明できているとされるが、それ以外の振る舞いは説明できていない。

光度曲線

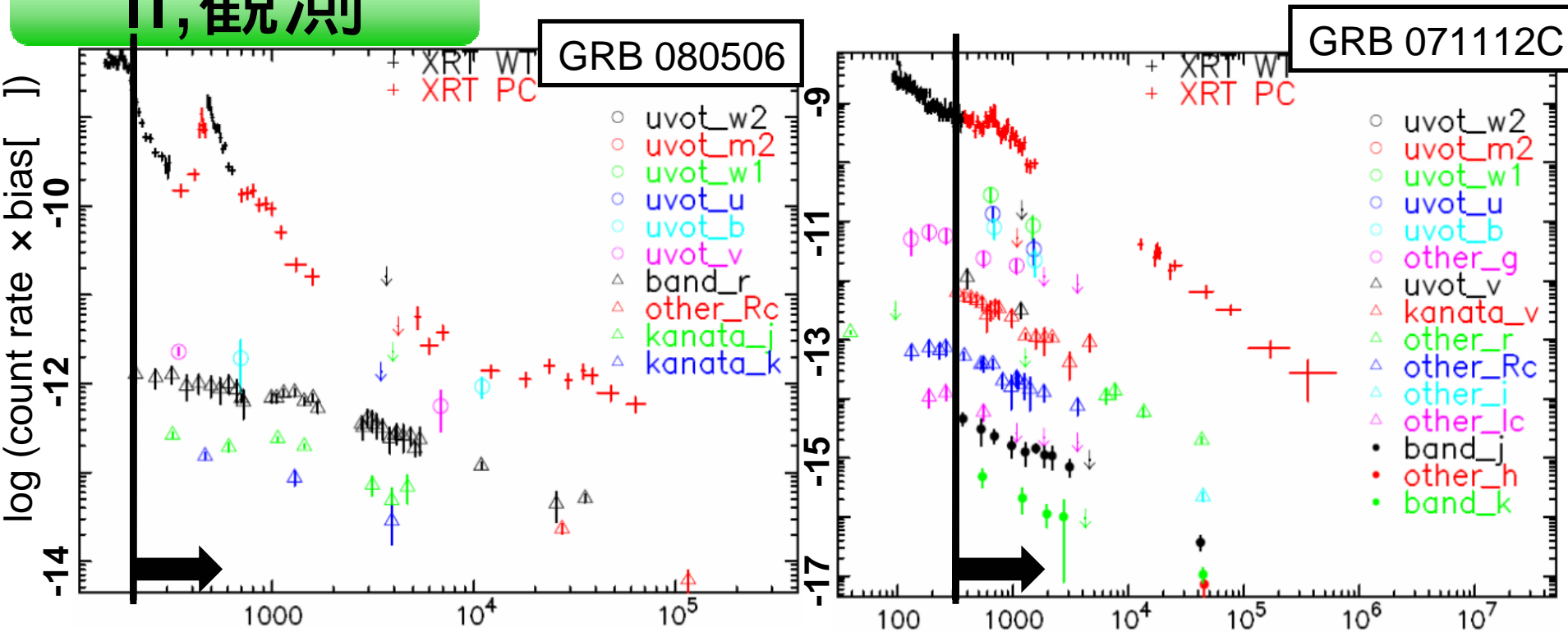


多波長での時間に密な観測が少なく議論が困難である。



GRB を早期から観測できる1.5mかなた望遠鏡と赤外2、可視1バンド同時観測できるTRISPEC装置でGRB残光にせまる。

II, 観測



Swift BATによるGRB トリガーからの時間(s)

GRB 080506は210秒

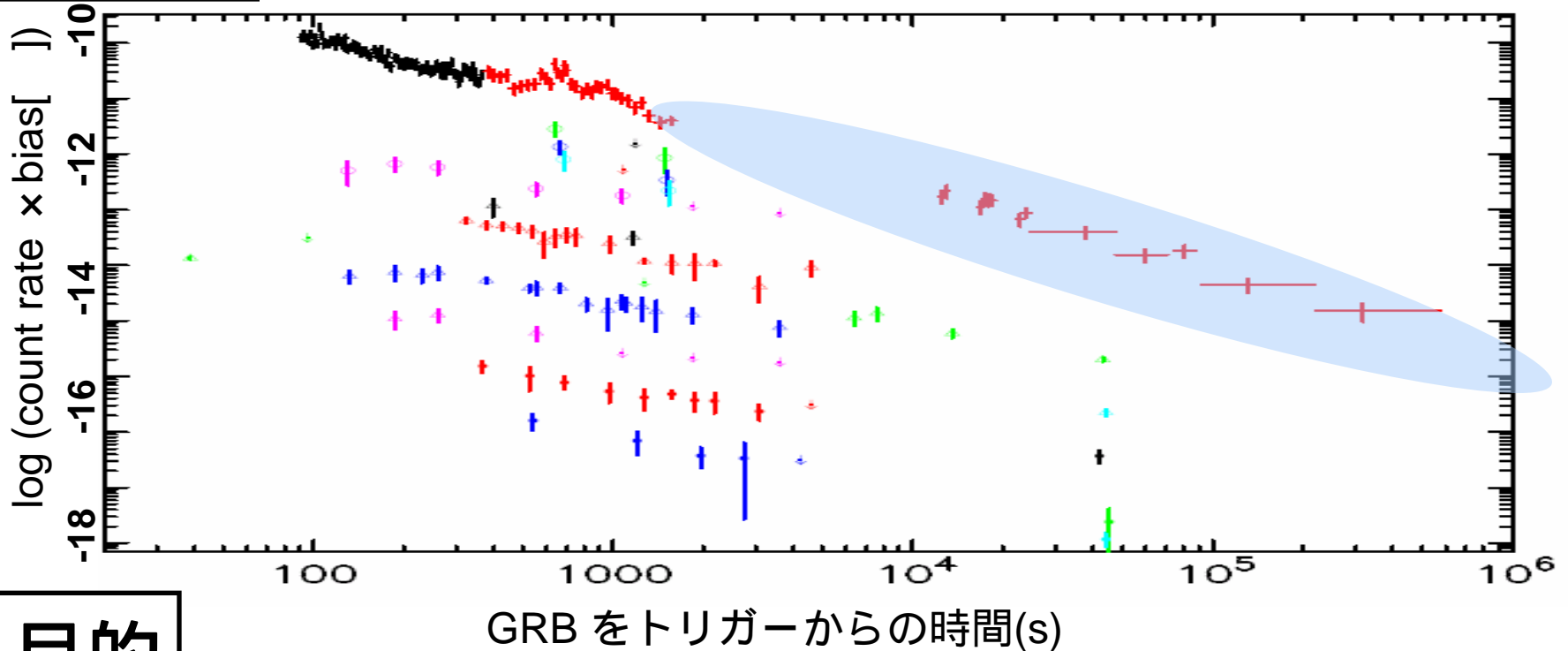
GRB 071112Cは324秒

からの三色同時観測に成功



III, 解析の目的

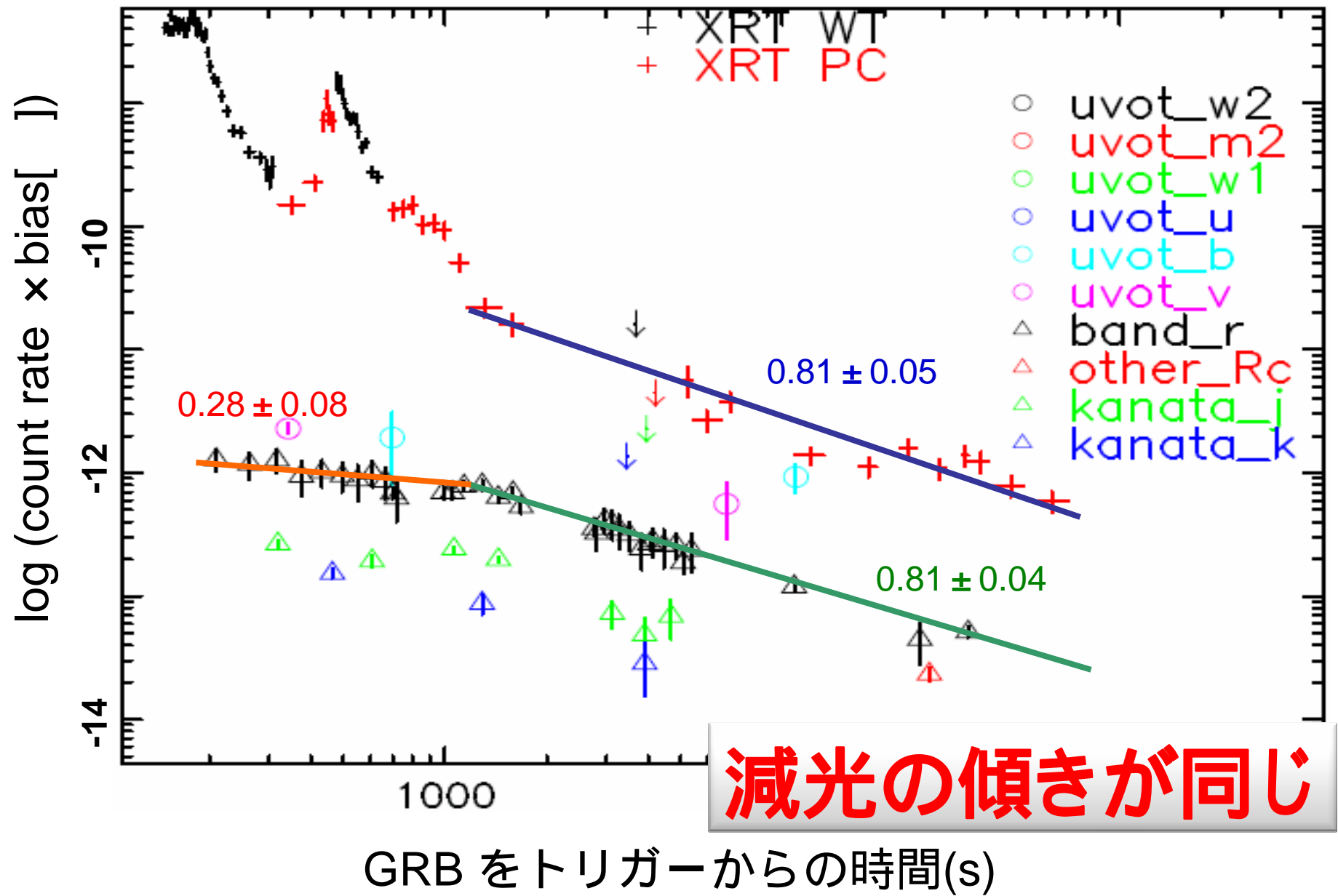
光度曲線



目的

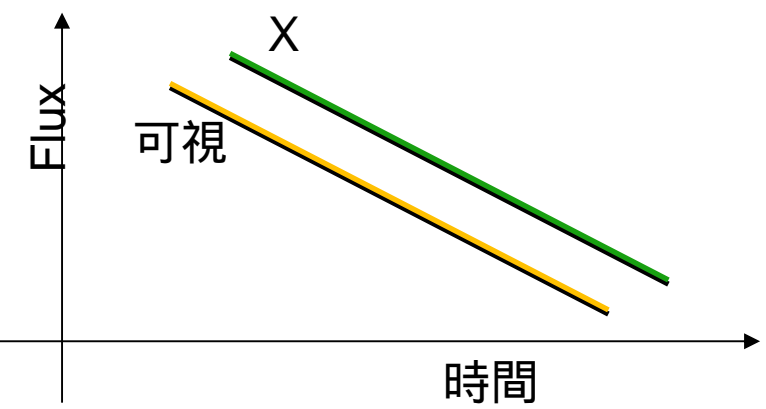
GRB 残光の X 線フレアを議論、理解するには、
の比較的 GRB 標準モデルに従っている残光後期で
GRB 母銀河などの各種のパラメータを決定する。

GRB 080506のX線をピンまとめた光度曲線

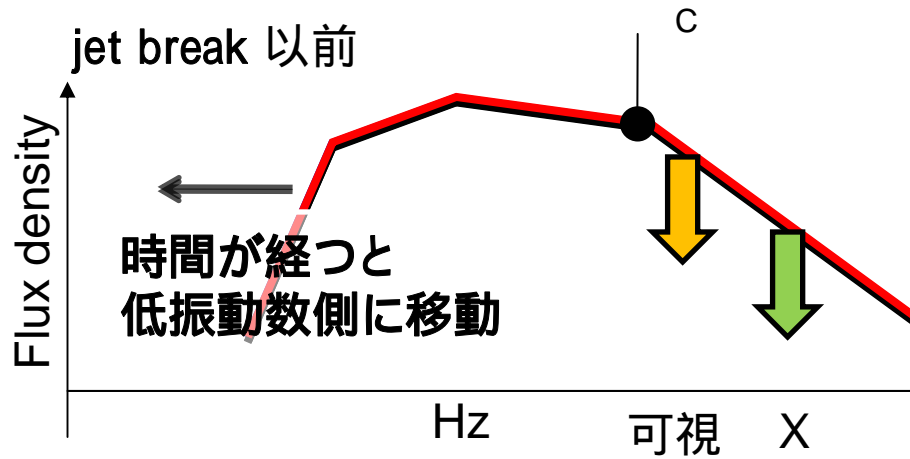


標準モデルの光度曲線とスペクトルの関係

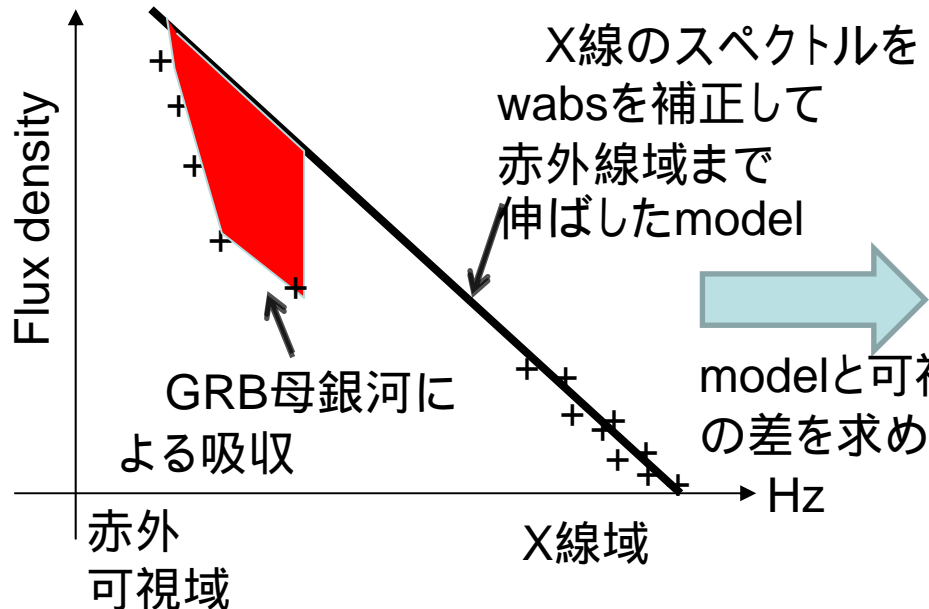
減光の両方の傾きがおなじ。



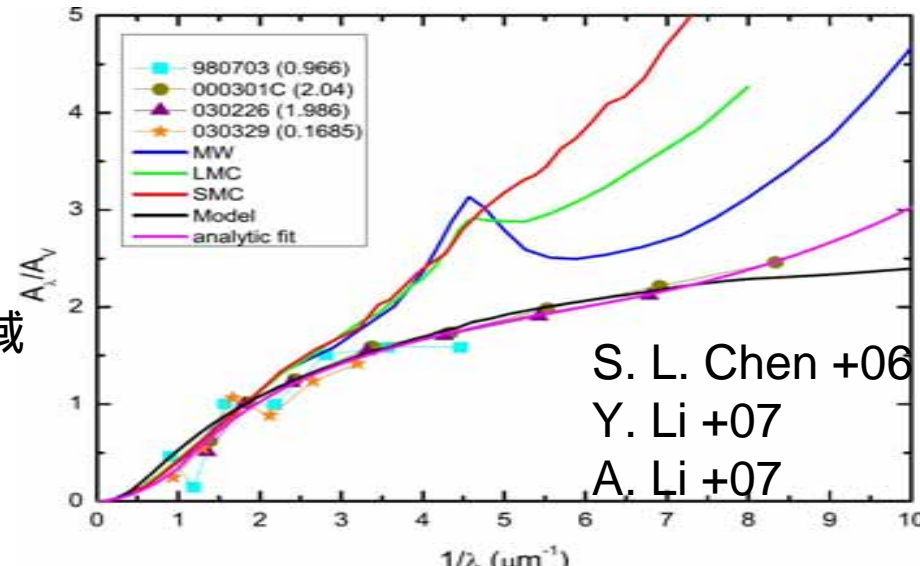
GRB 標準モデルのスペクトル上の同じ傾きの領域に共にあるはずと考える。



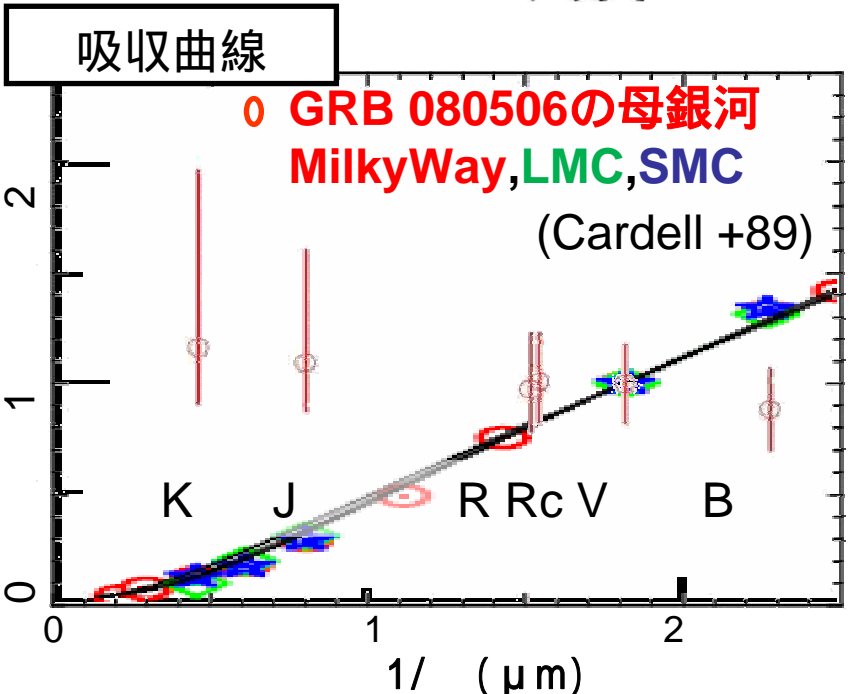
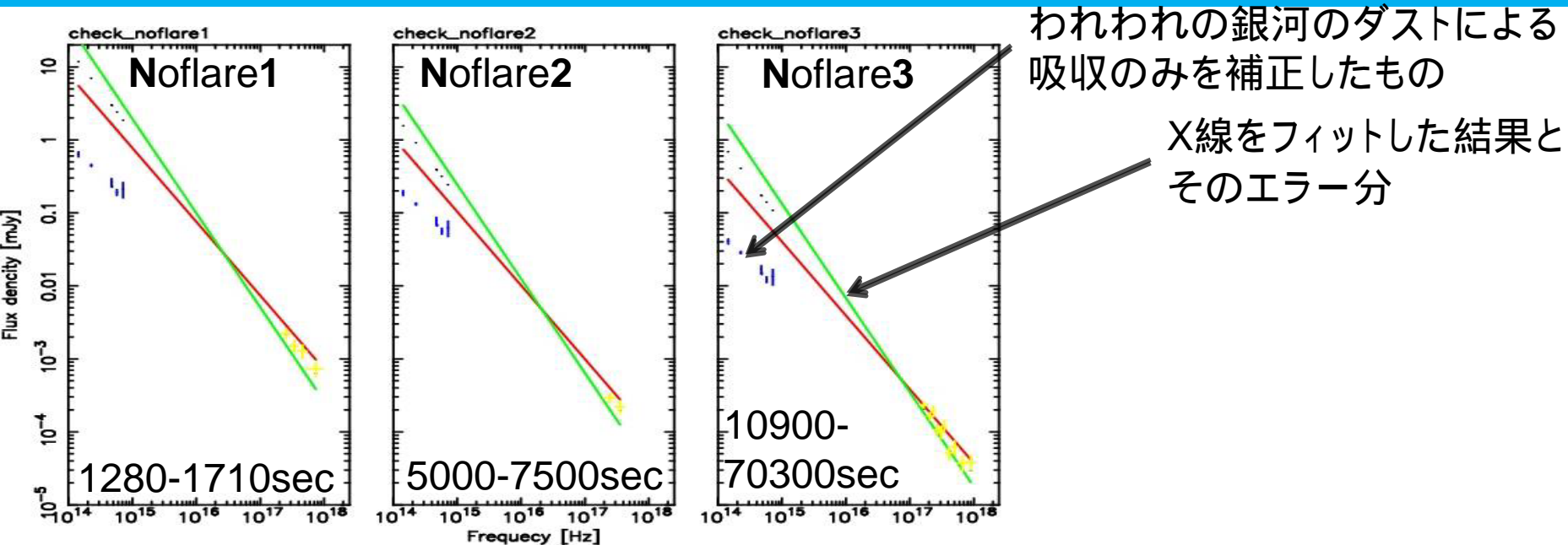
Xと可視の間には折れ曲がりはないはず



周知のダストモデルと検証



GRB 080506のSEDからGRB母銀河ダストによる吸収を見積もる。

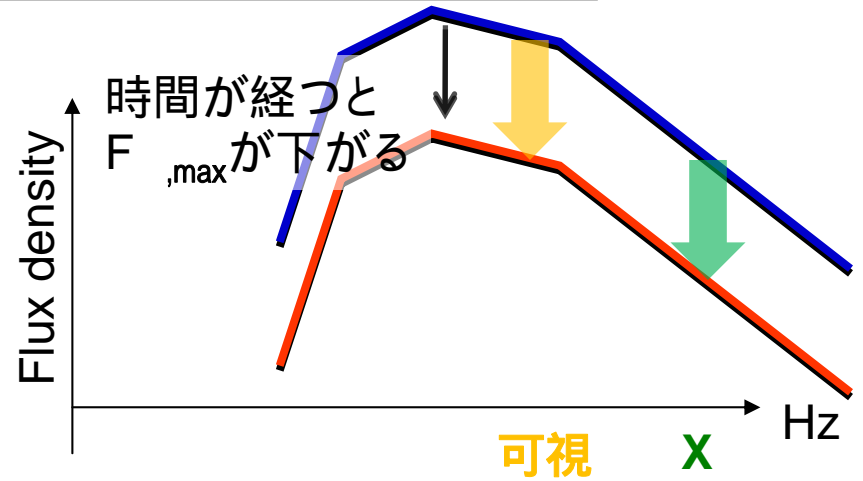


かなたでK,Jを観測できたことにより、
吸収曲線がどのダストモデルにも一致しないことが明確。

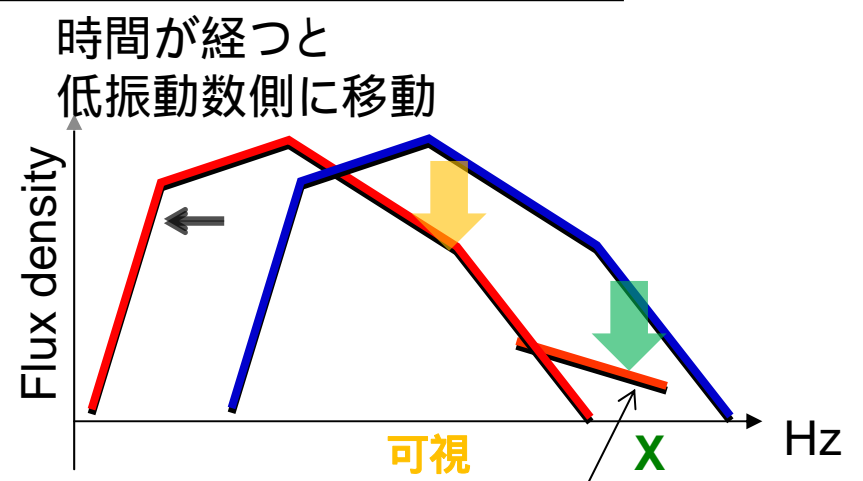
S. L. Chen +06, Y. Li +07,
A. Li +07の反例

GRB 080506のSEDからGRB母銀河ダストによる吸収を見積もる。

今回必要とされる振る舞い



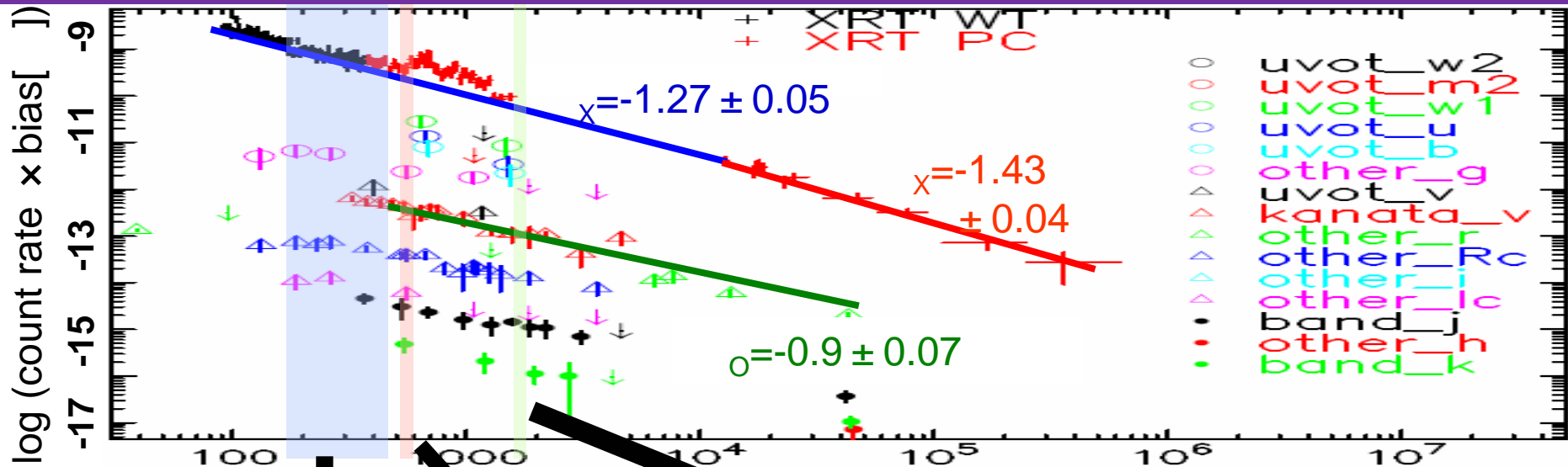
今回必要とされる振る舞い



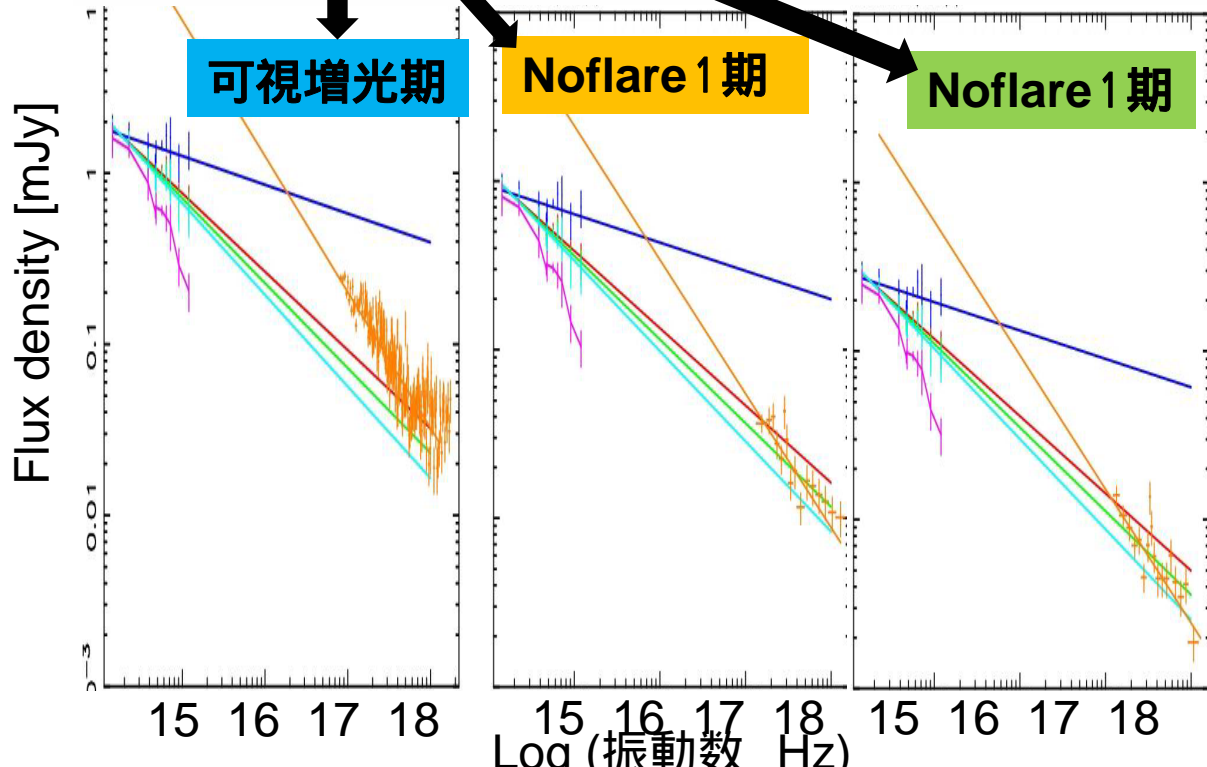
時間が経過したら、
なにか別成分
が見えだした？

GRBのISM window
エネルギーが後から足される
磁場エネルギー変換効率が
バルクローレンツファクターに依存

GRB 071112Cのフレアのない時期のSED



GRB をトリガーからの時間(s)



GRB母銀河のダストはMilkywayモデル
 母銀河がメタルリッチ
 LMC, SMCモデル
 可視の増光期ではX線が超過する。

まとめと今後

- X-rayフレアを持つGRB 071112C/080506の赤外線2バンド、可視1バンドの多波長観測に成功し、GRB標準モデルに従うべき場所を解析した。

GRB 080506	Chen +07の反例。 τ_c が時間変動しないか、超過成分が出始めることを要求。
GRB 071112C	母銀河が Milkyway メタルリッチ LMC, SMC Xに超過成分

- 今後、それぞれの場合で、X線フレア期の超過成分を議論していきたい。

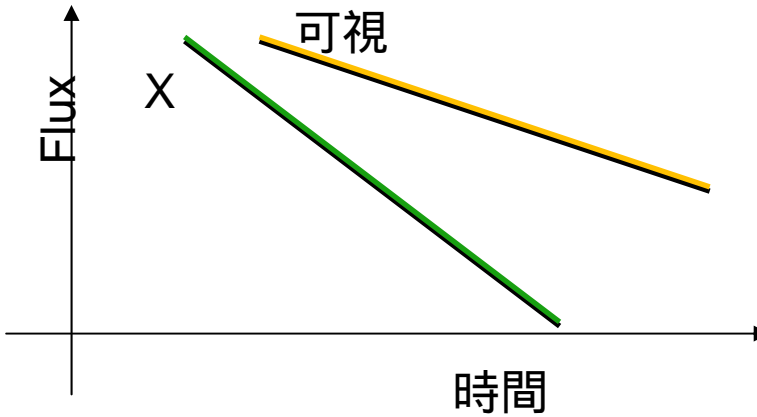
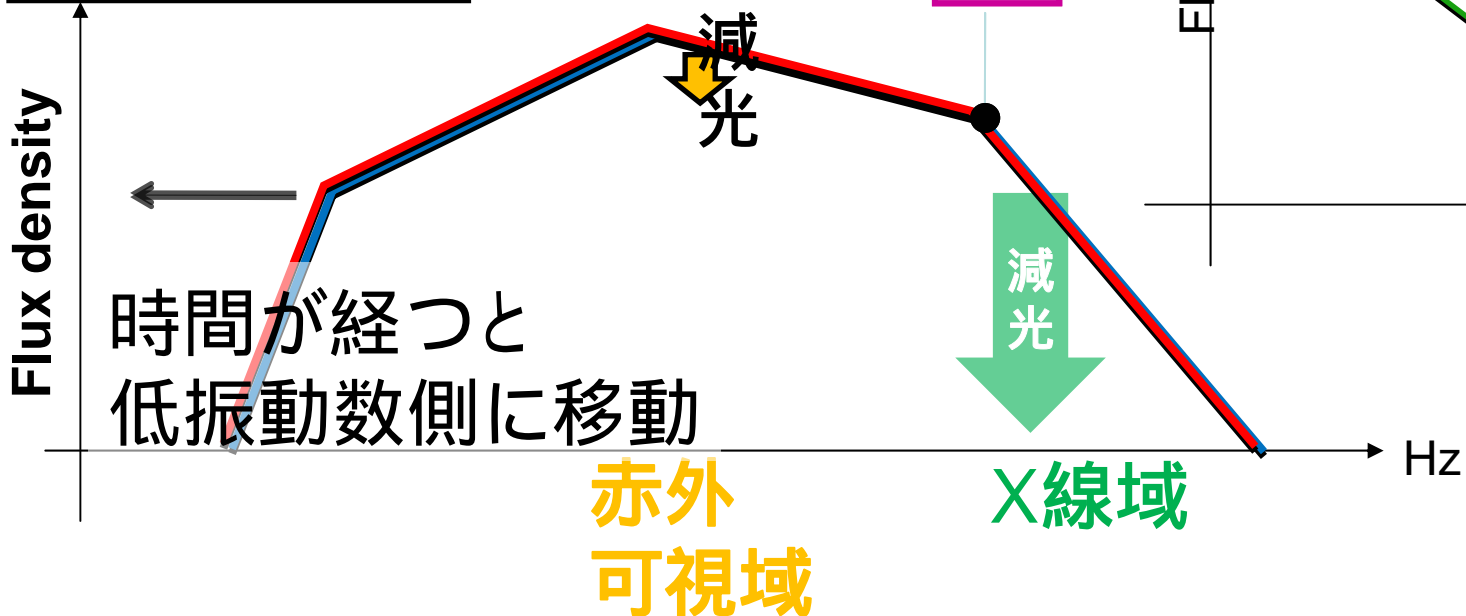
隠し

とらへ

次に、X線と赤外可視域の間に折れ曲がり c がある場合の解析結果

減光の両方の傾きが異なる

標準モデル



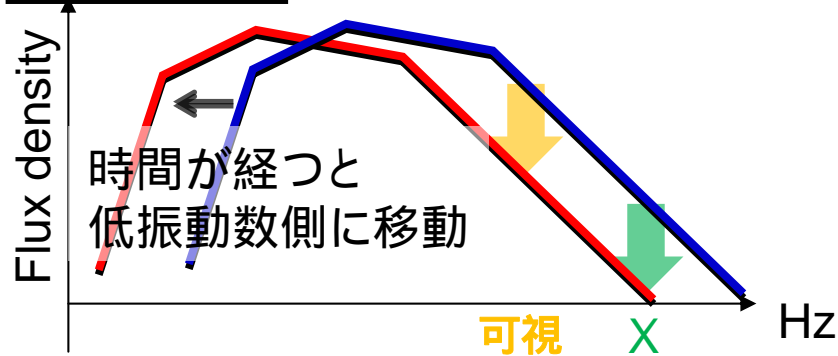
GRB 080506のフレアの無いブレーズのまとめ

光度曲線の減光のべきはX線と可視で同じ。

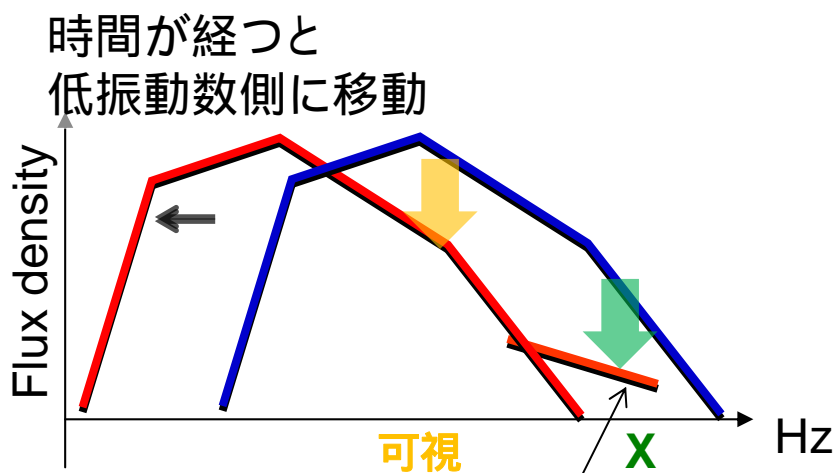
つまり、X線と可視の減光分は同じ。

しかし、SEDではX線と可視は直線上にならない。

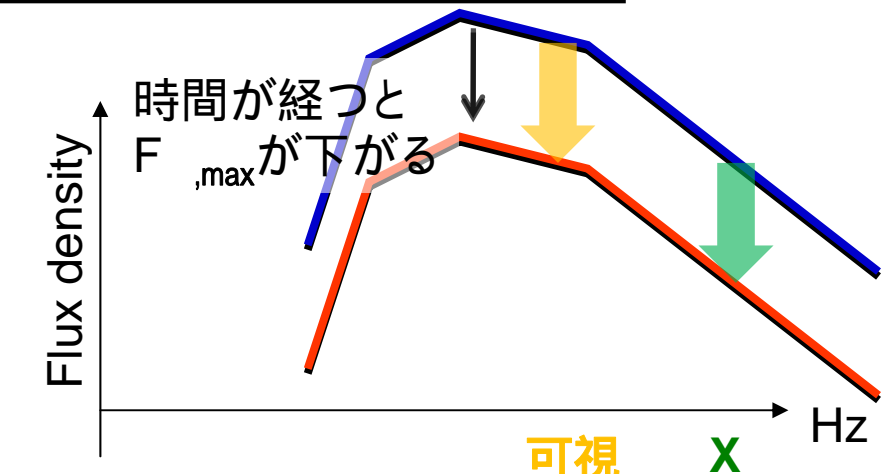
標準モデル



今回必要とされる振る舞い



今回必要とされる振る舞い

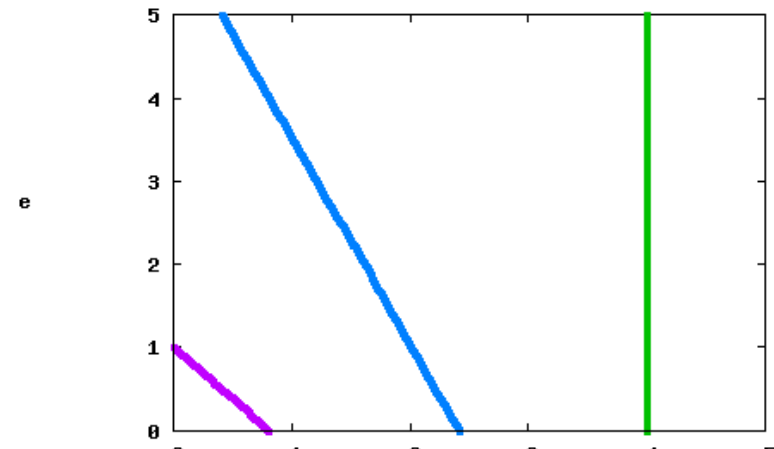
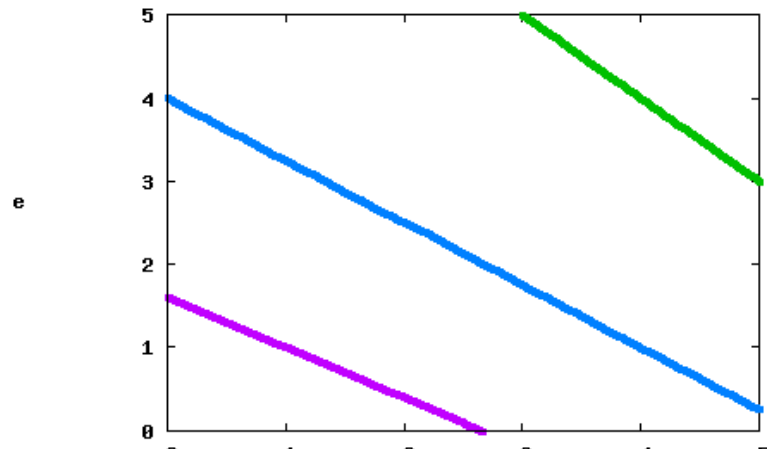


時間が経過したら、
なにか別成分
が見えだした？

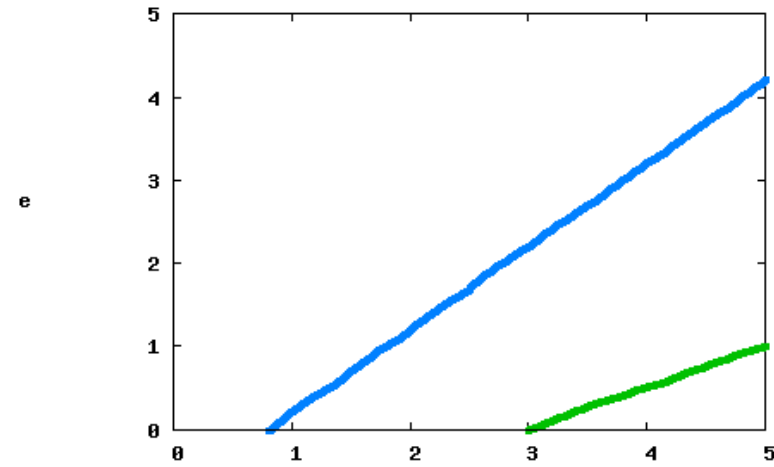
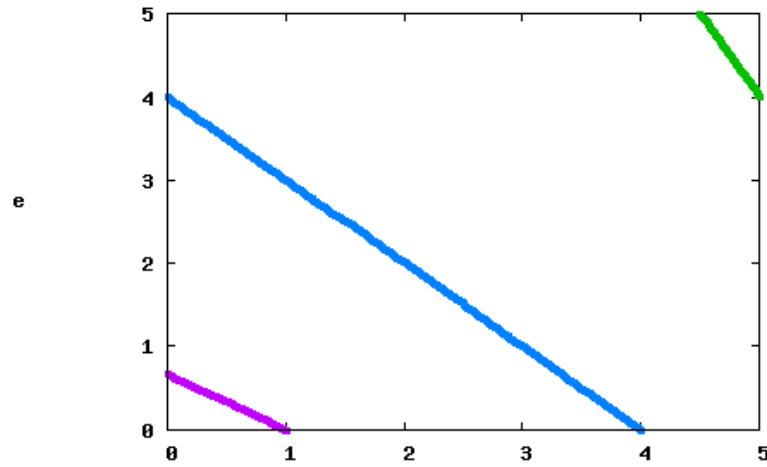
今回必要とされる振る舞い

と の両方

$$F_{\nu, \max} \propto t^{-}$$



- 5.55e-17
- 0.2
- 0.4



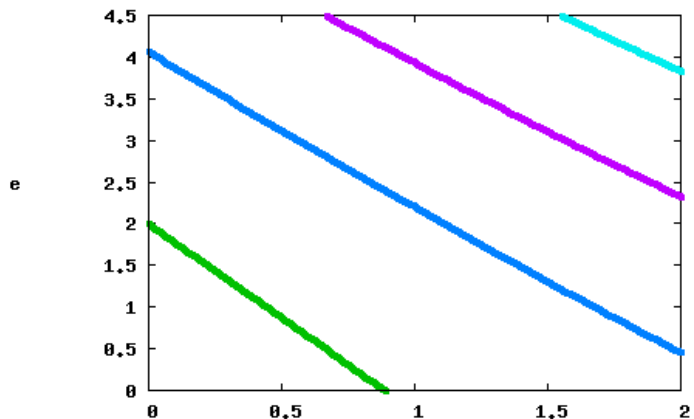
- 1.25
- 1.3

$b \quad s=1$

$b \quad s=2.9$

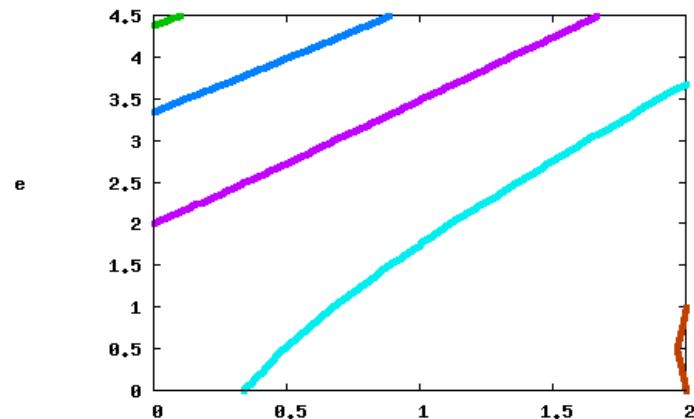
$$V_C \propto t^{-}$$

- 0
- 50
- 100
- 150



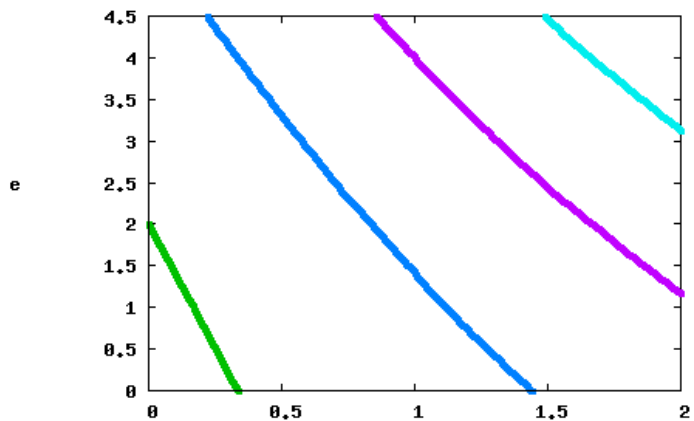
b s=0

- 20
- 10
- 0
- 10
- 20



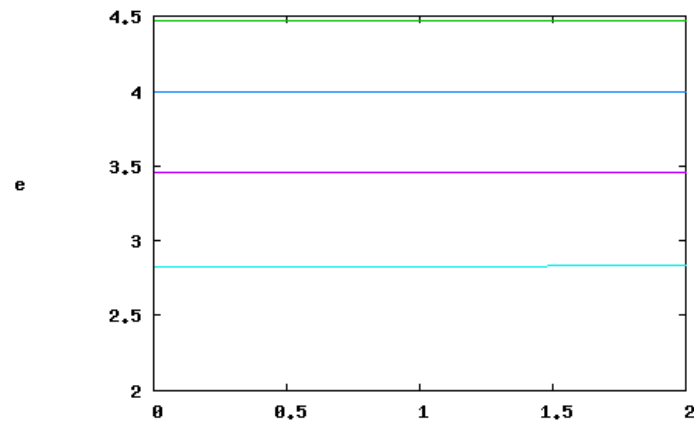
b s=2

- 0
- 20
- 40
- 60



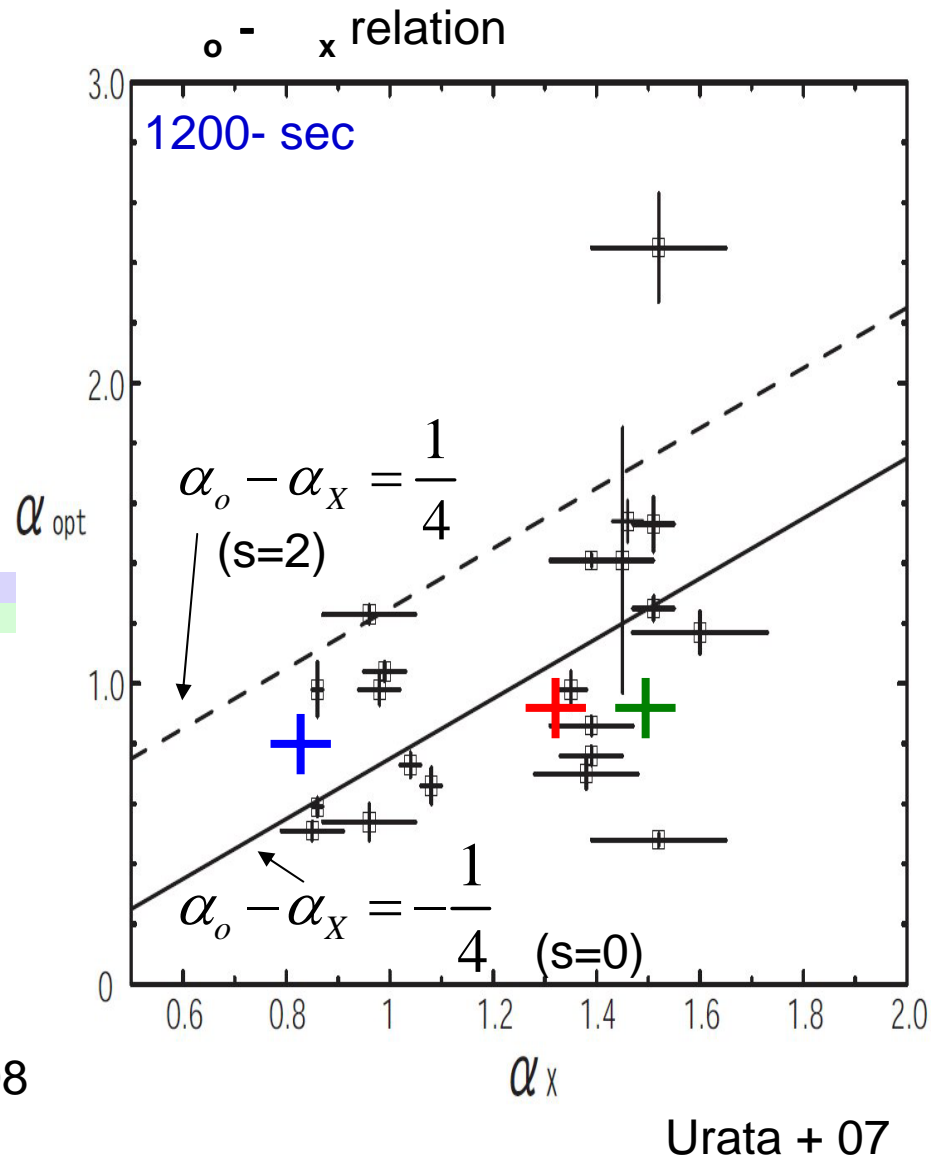
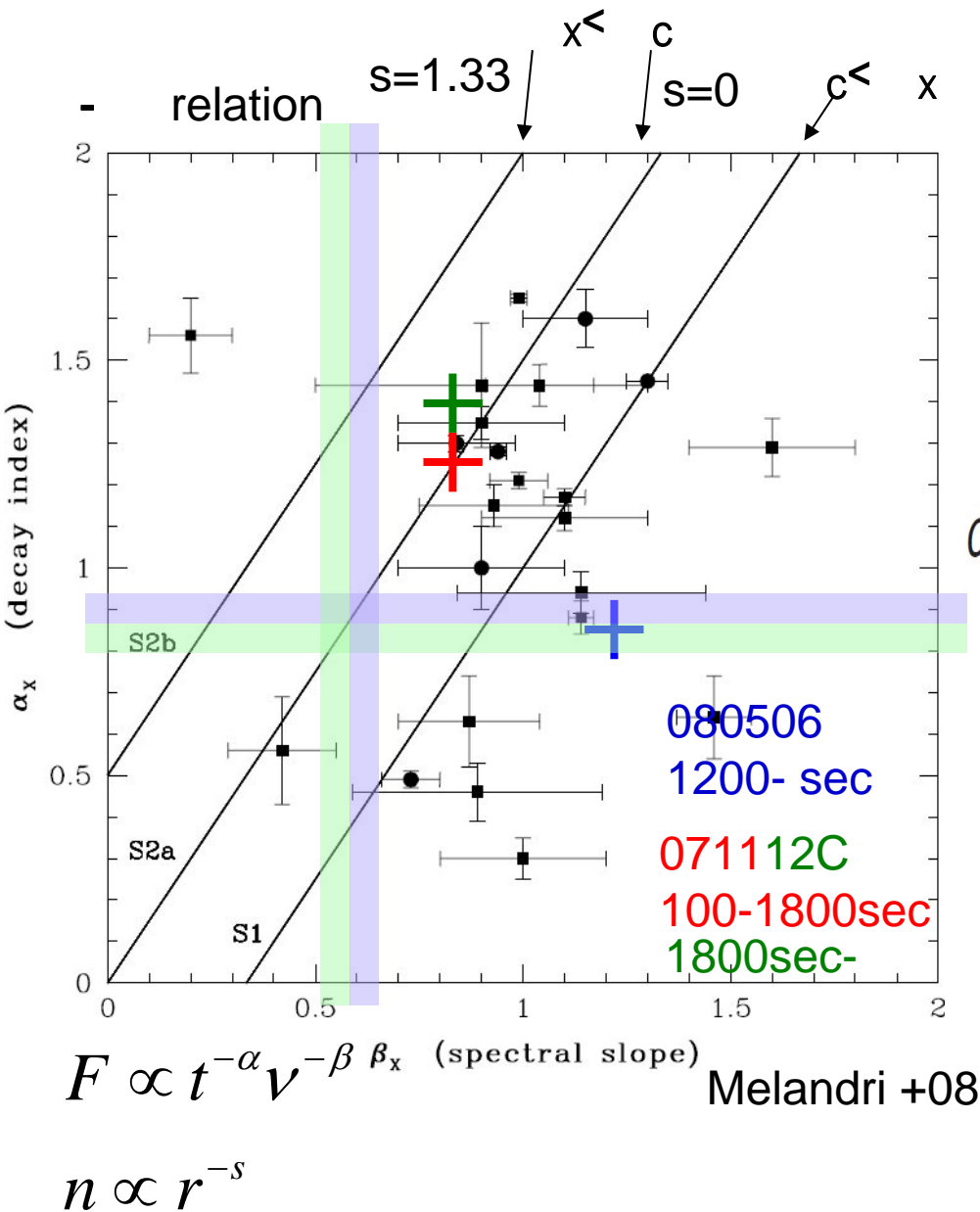
b s=1

- 40
- 30
- 20
- 10
- 0



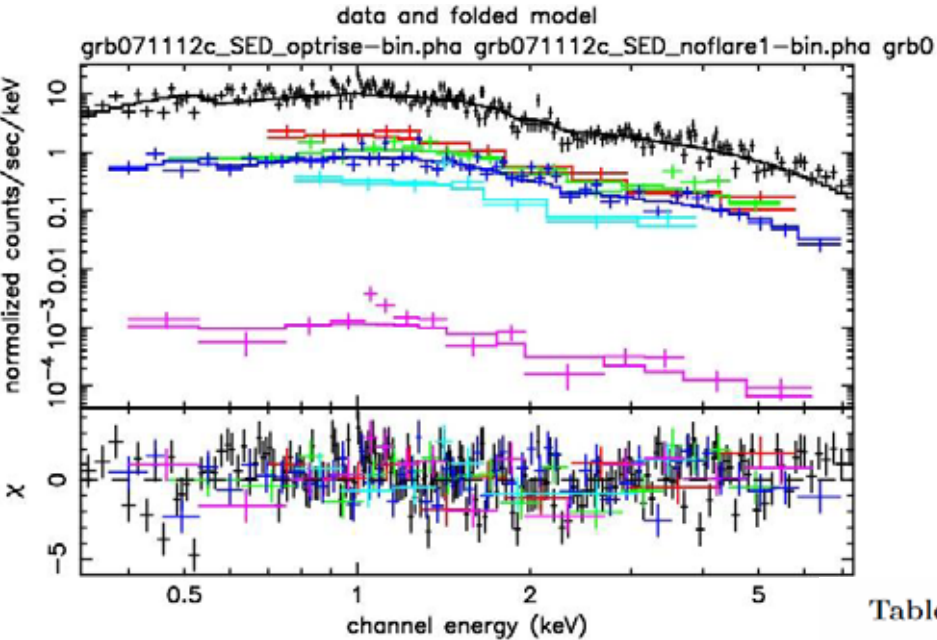
b s=3

GRB 071112C/080506は標準モデルにのるのか？



GRB 071112C 正確な N_H を得る。

光度曲線の折れ曲がりや、フレアの増光減光で区切ってスペクトルを作成。
それらを一度にwabs*zwab*powerlawでフィットする。
パラメータはそれぞれの N_H は共通、傾きやnormはフリーにした。



フィット結果

$$N_{H,gal} = 7.4 \times 10^{20} \text{ cm}^2$$

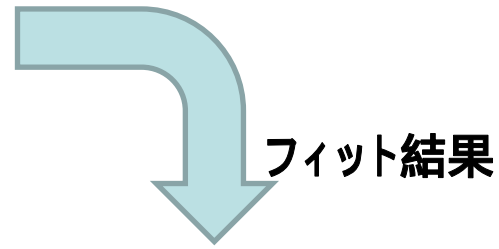
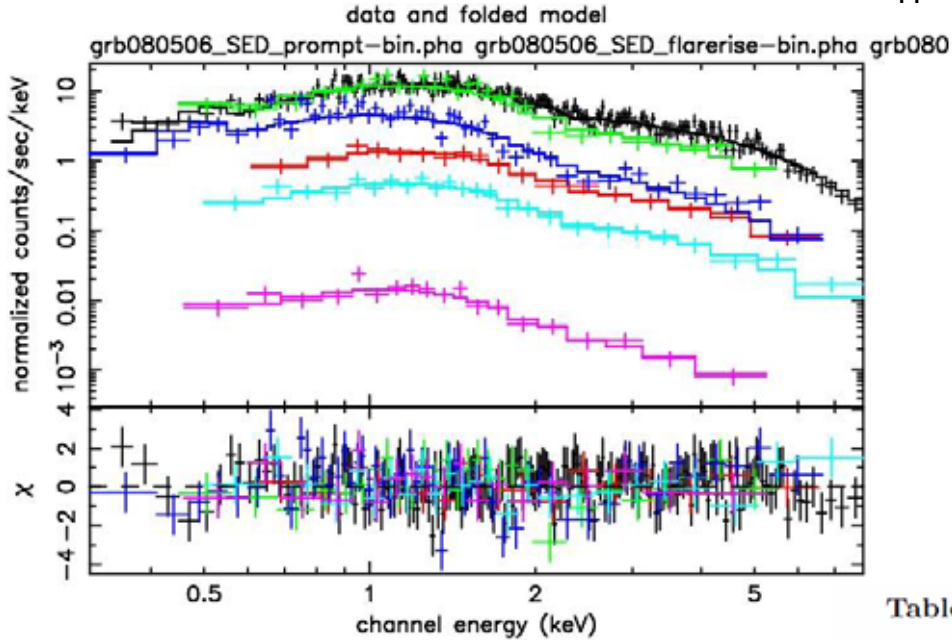
$$N_{H,host} = 7.9 (\pm 3.8) \times 10^{20} \text{ cm}^2$$

Table 1. This is the table of XRT parameter ($F_X \propto t^{\alpha_X} \nu^{\beta_X}$) of grb071112C.

Region	Time region (s)*	α_X	β_X
<i>OptRise</i>	187(100-350)	-1.27(± 0.05)	-0.83(± 0.04)
<i>NoFlare1</i>	400(320-450)		
<i>FlareRise</i>	550(450-650)	2.51(± 0.77)	-0.34(± 0.15)
<i>FlareDecay</i>	890(650-1300)	-2.05(± 0.26)	-0.62(± 0.06)
<i>NoFlare2</i>	1486(1300-1800)	-1.27(± 0.05)	-0.83(± 0.04)
<i>Break</i>	43000(12542-147425)	-1.43(± 0.04)	-0.82(-0.16, 0.08)

GRB 080506 正確な N_H を得る。

光度曲線の折れ曲がりや、フレアの増光減光で区切ってスペクトルを作成。
それらを一度にwabs*zwabs*powerlawでフィットする。
パラメータはそれぞれの N_H は共通、傾きやnormはフリーにした。



フィット結果

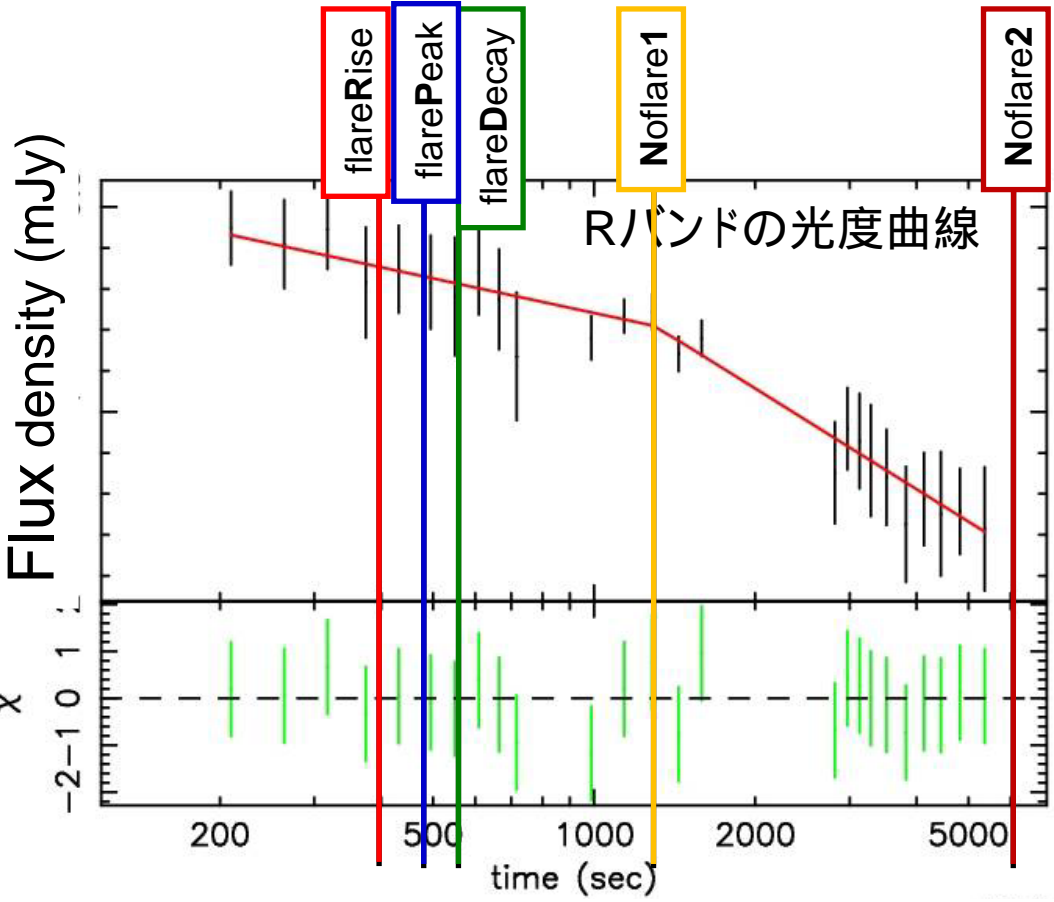
$$N_{H,gal} = 1.66 \times 10^{21} \text{ cm}^2$$

$$N_{H,host} = 1.4(\pm 0.4) \times 10^{21} \text{ cm}^2$$

Table 2. This is the table of XRT parameter ($F_X \propto t^{\alpha_X} \nu^{\beta_X}$) of grb080506.

Region	Time region (s)*	α_X	β_X
FlareRise	400(350-474)	10.14(± 0.72)	-0.85(± 0.18)
FlareDecay	479(474-503)		-1.02(± 0.13)
FlareDecay	571(503-672)	-6.41(± 0.24)	-1.49(± 0.10)
NoFlare1	1480(1280-1710)		
NoFlare2	6250(5000-7500)	-0.81(± 0.05)	-1.26(-0.16, 0.17)
NoFlare3	40567(10900-70300)		

ある時間の可視域のFluxとそのエラーを得る。



ある時間T'のFlux:F'

$$F = F' \left(\frac{t}{T'} \right)^{-\alpha}$$

この式で、それぞれの時間をT'に代入してそれぞれフィットした。

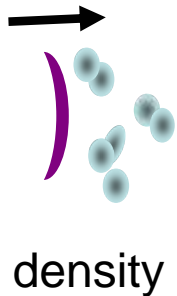
そして、フィット結果として得られたF'とそのエラーをそれぞれの時間のFluxとエラーとした。

得られたFluxにわれわれの銀河のダストによる吸収分を補正し (Schlegel +98) GRB母銀河のダスト吸収則をMilkyWay, LMC, SMCと仮定して補正する。
 このとき用いたN_HはX線スペクトルフィットから得られたものを用いた。

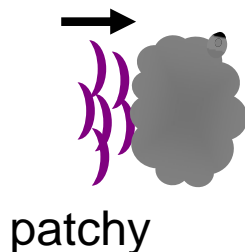
X-ray flare model

密度変化

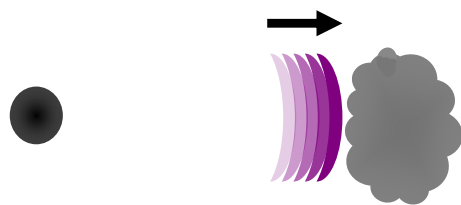
中心エンジン



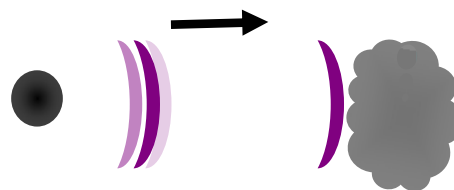
非一様ジェット



遅いものが追いつく

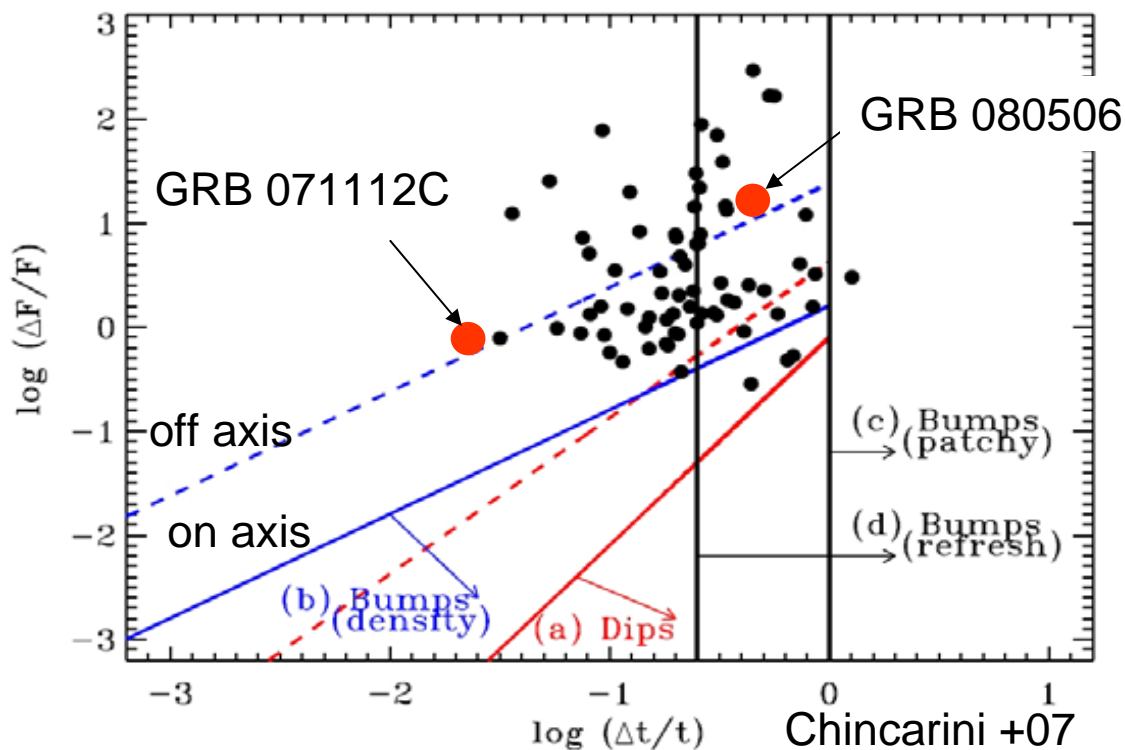


遅れて発生した
内部衝撃波



長寿命 ($>10^3$ s) エンジン

残光変動の力学的制限 (Ioka +05)

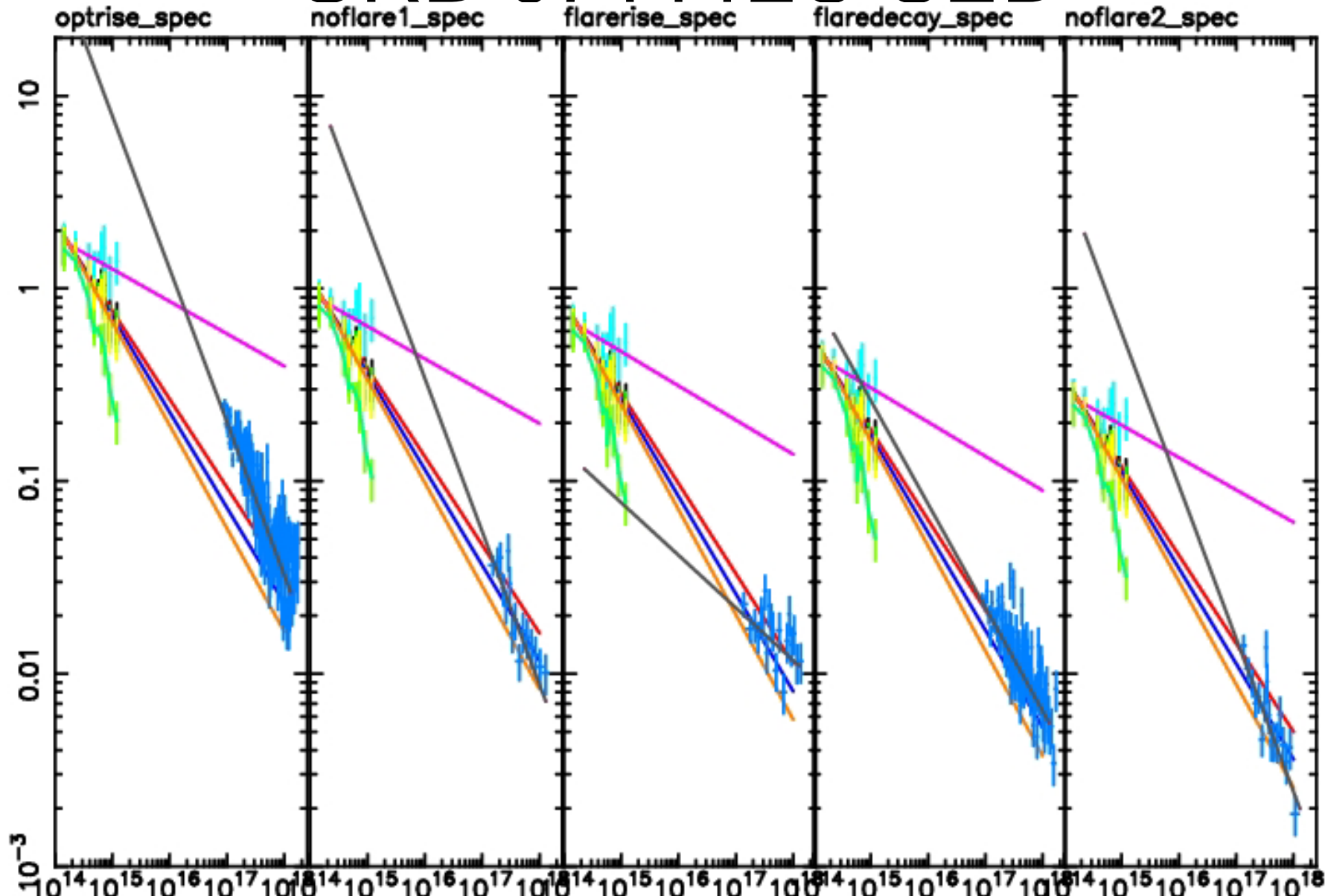


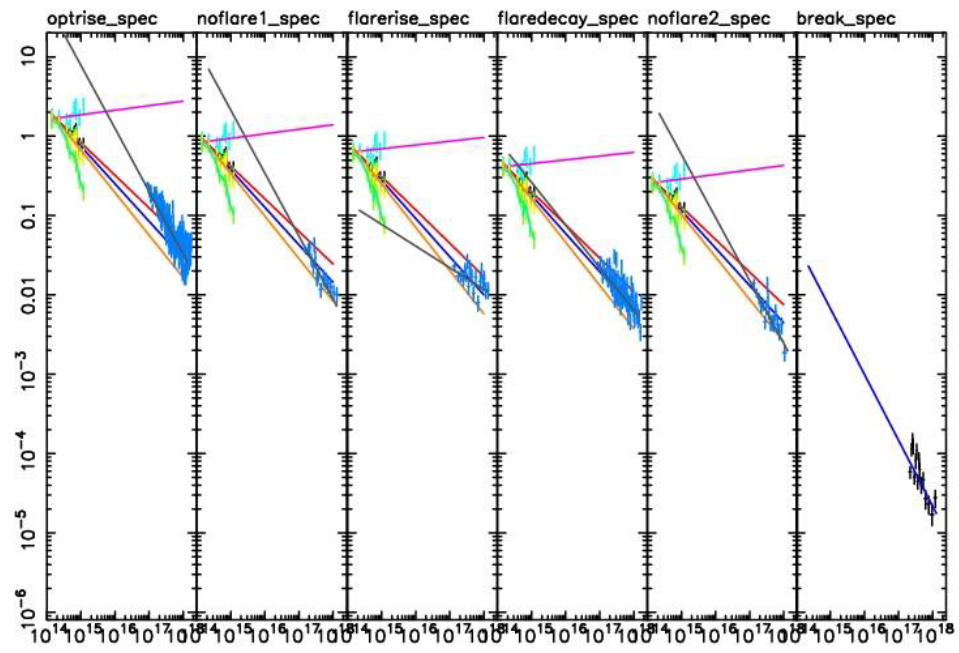
遅れて発生したシェル同士の
内部衝撃波モデルを示唆



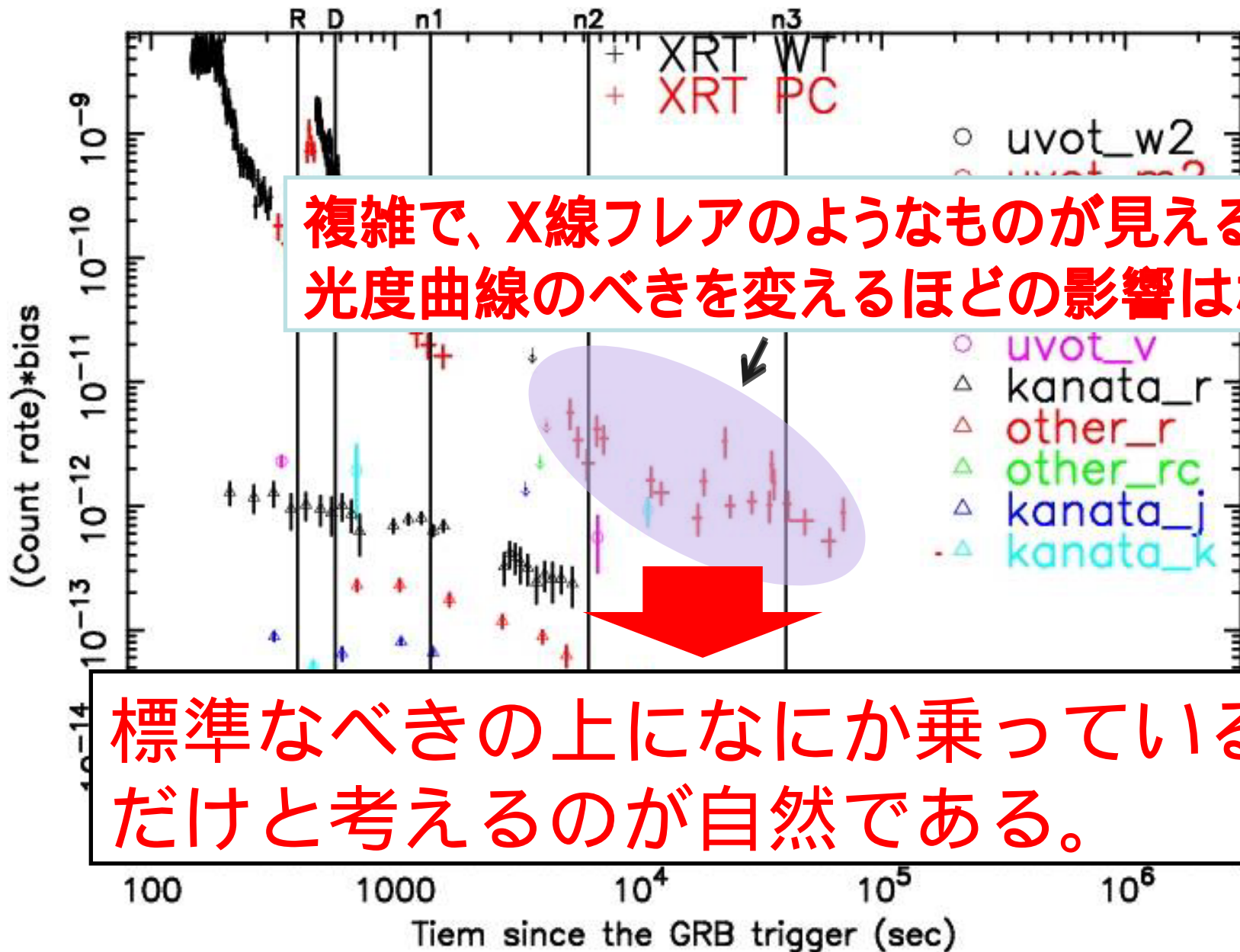
GRB本体の活動が長寿命で、
降着が続く必要がある。

GRB 071120C SED





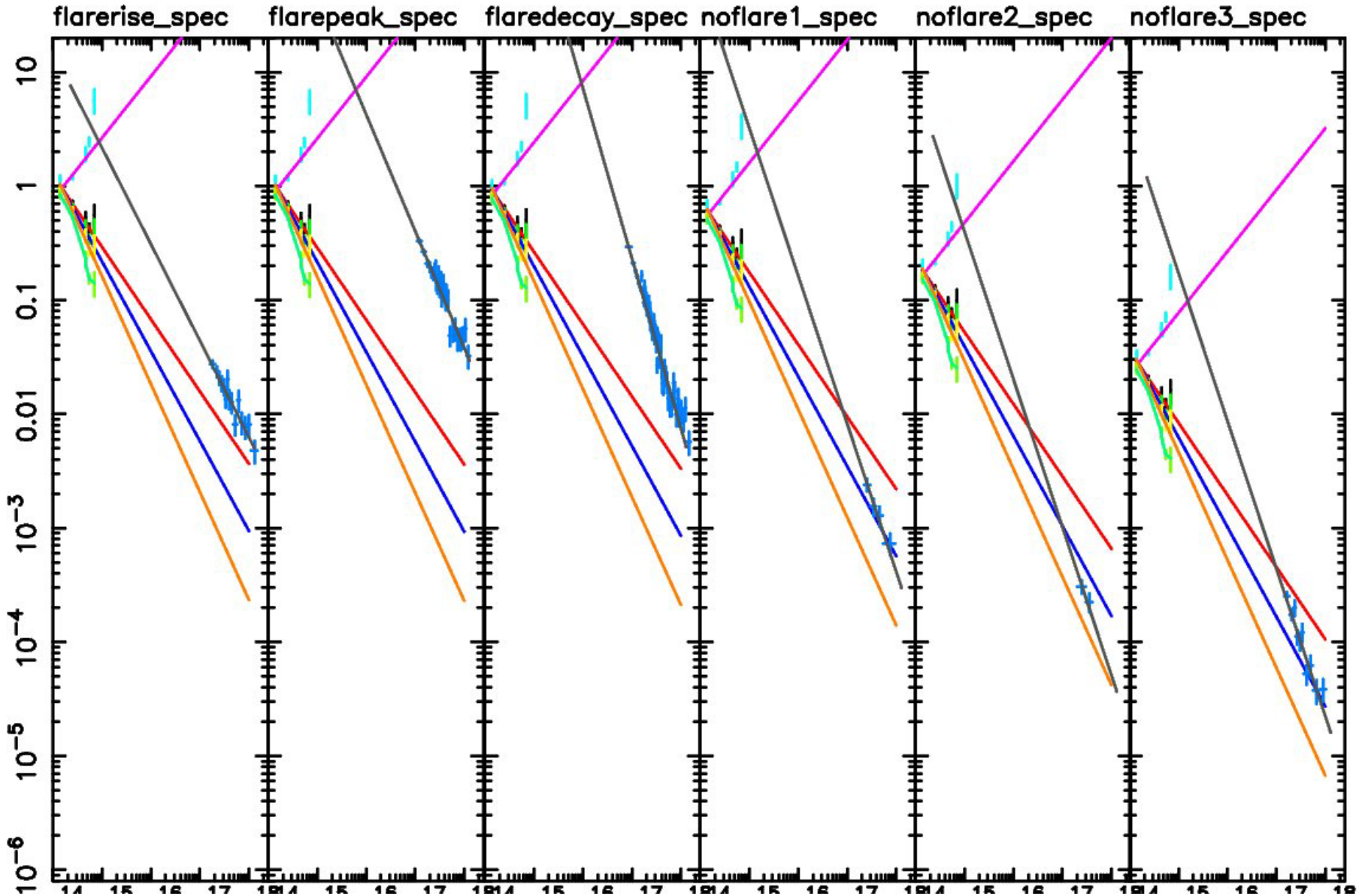
GRB 080506の光度曲線



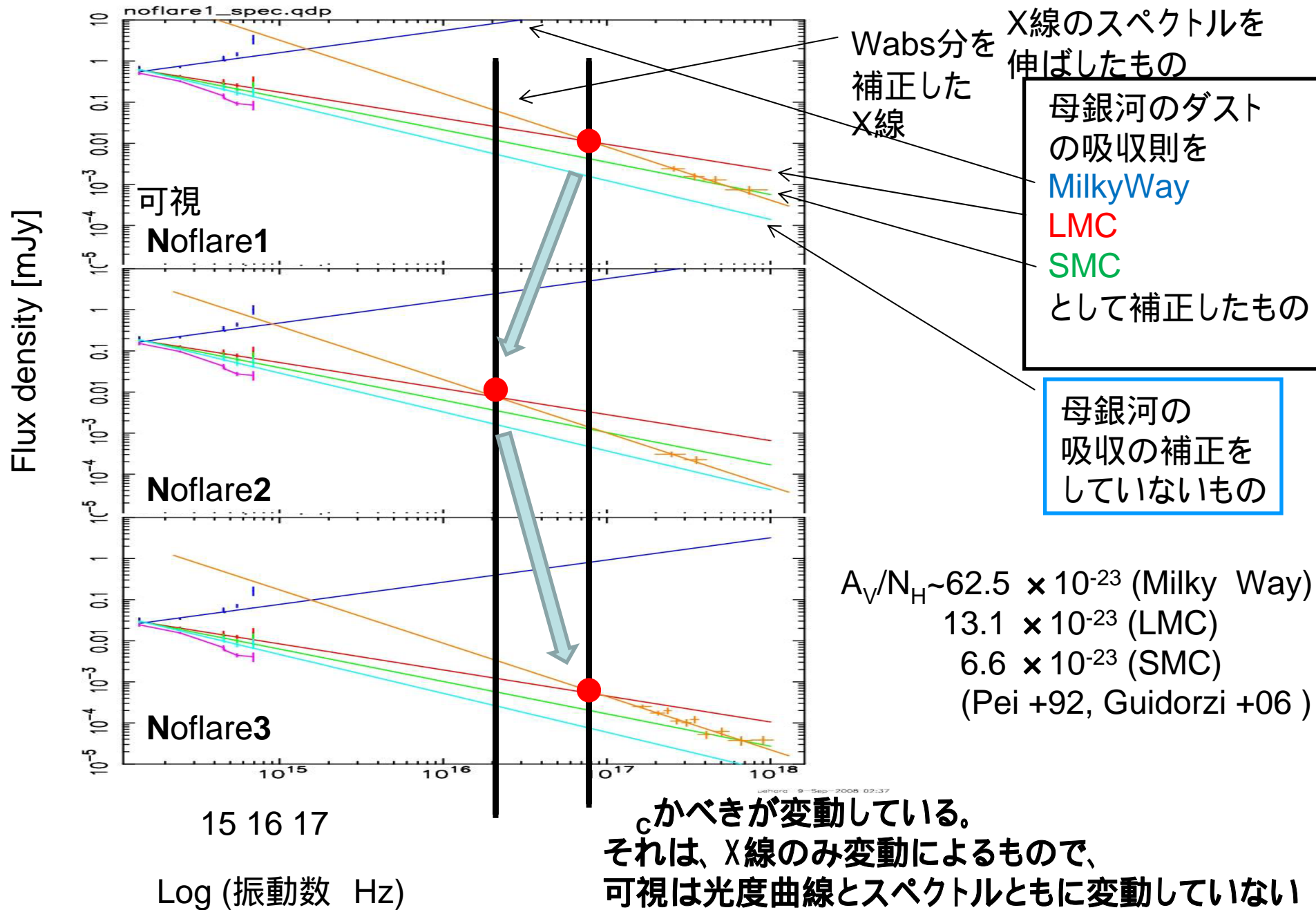
複雑で、X線フレアのようなものが見えるが、光度曲線のべきを変えるほどの影響はない。

標準なべきの上になにか乗っているだけと考えるのが自然である。

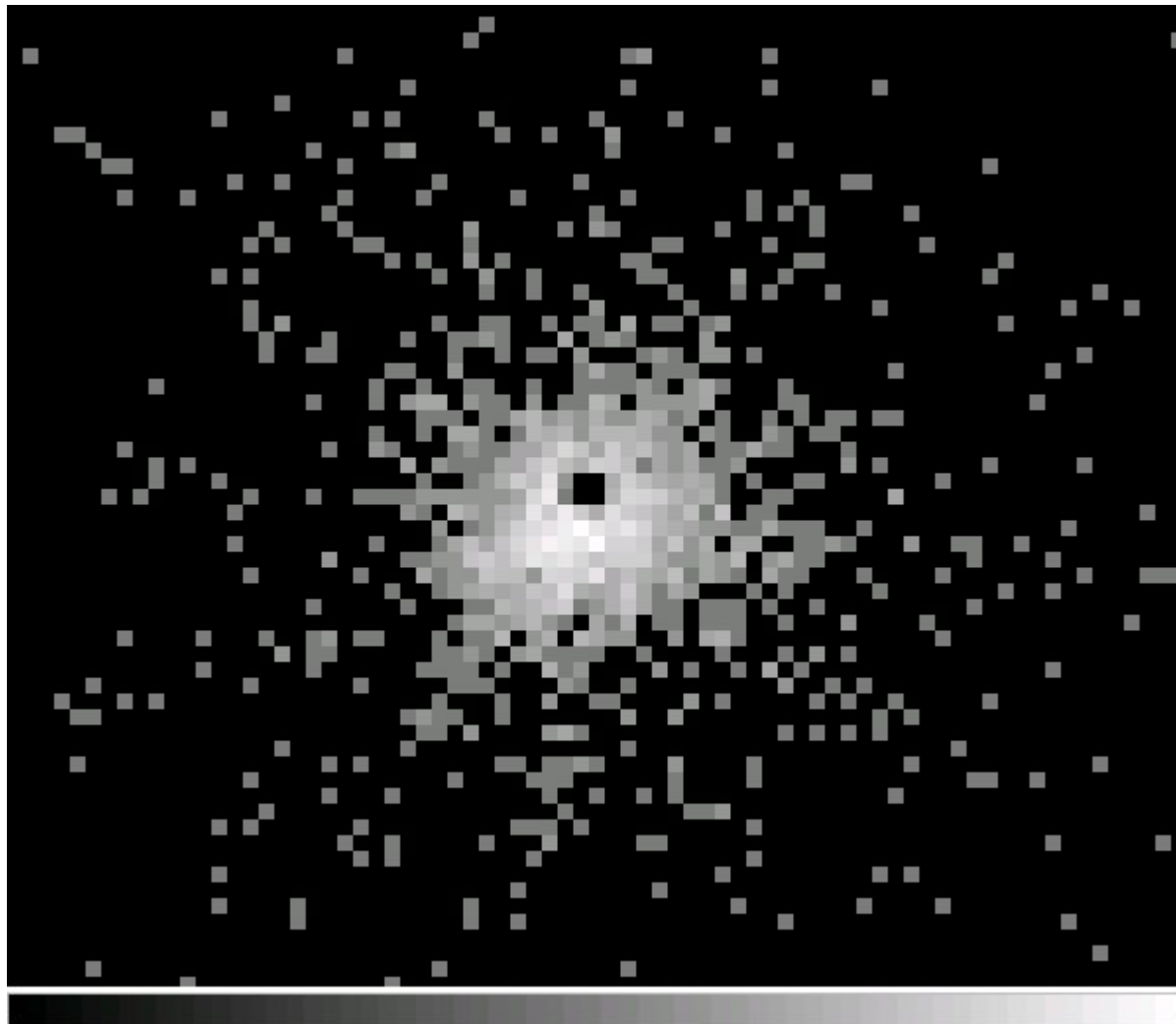
GRB 080506 SED



GRB 080506 フレアのないフレーズのそれぞれのSED

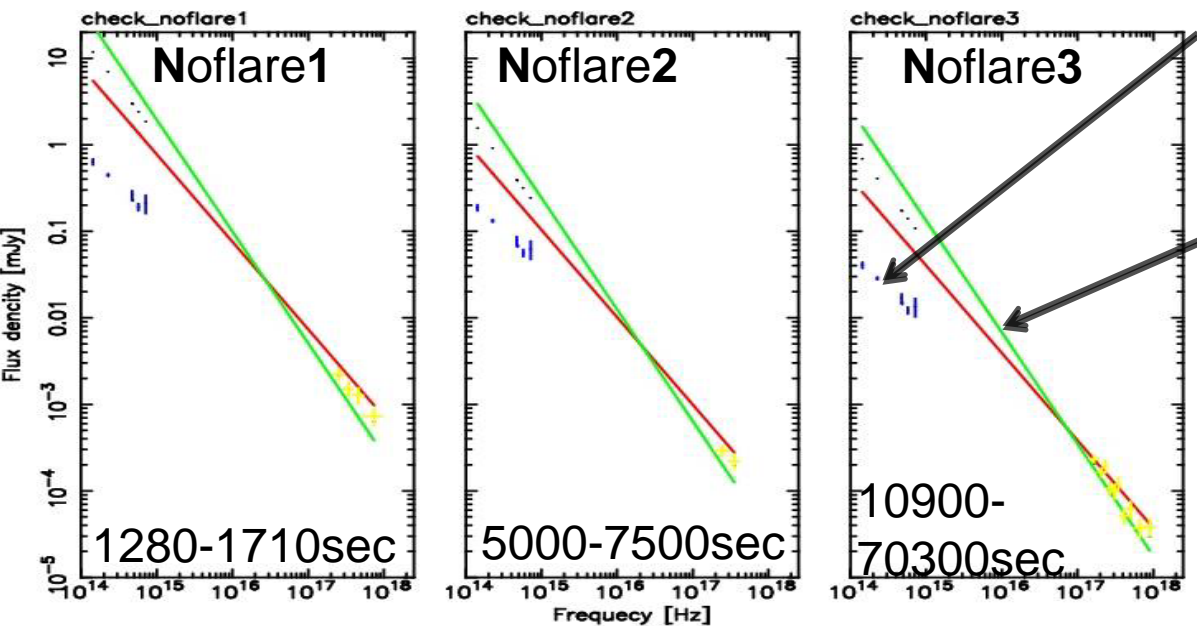


X線の解析で、pileupとバッドピクセルの補正に難航しています。



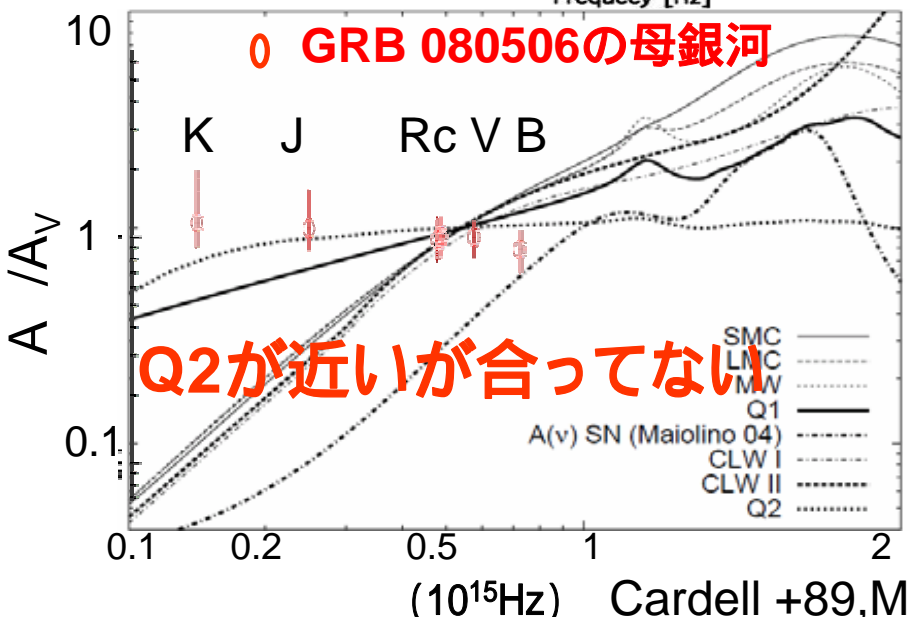
GRB 080506のSEDからGRB母銀河ダストによる吸収を見積もる。

先ほどの母銀河のダストによる吸収を見積もる手法が使える。



われわれの銀河のダストによる吸収のみを補正したもの

X線をフィットした結果とそのエラー分



時間が経過しても折れ曲がりの位置が変わらないような折れ曲がりをX線と可視の間に要求する。

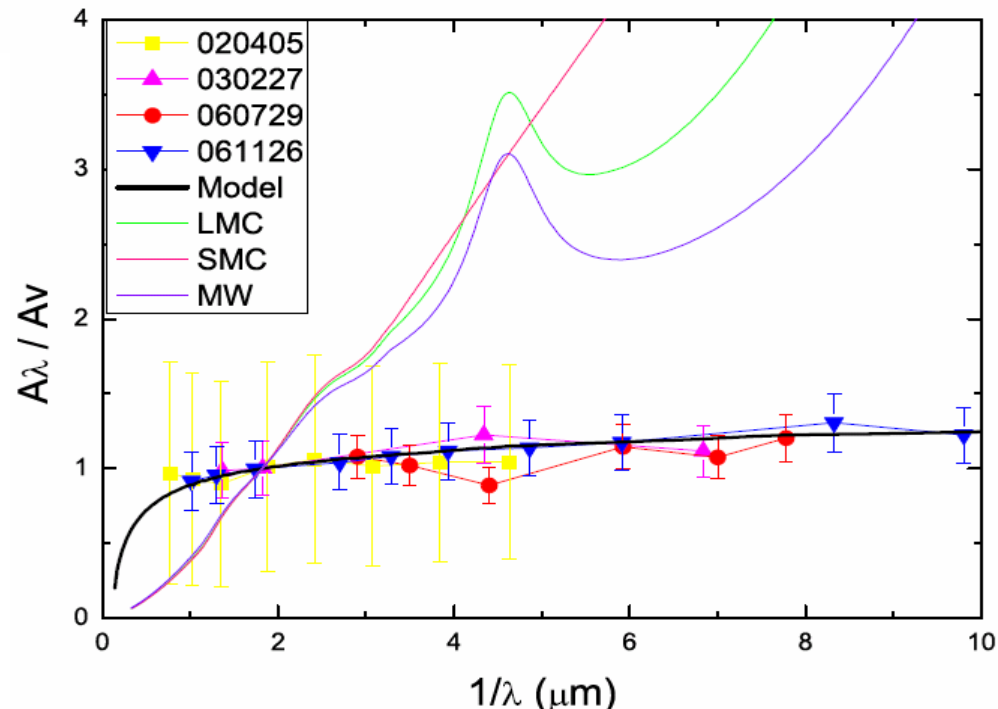
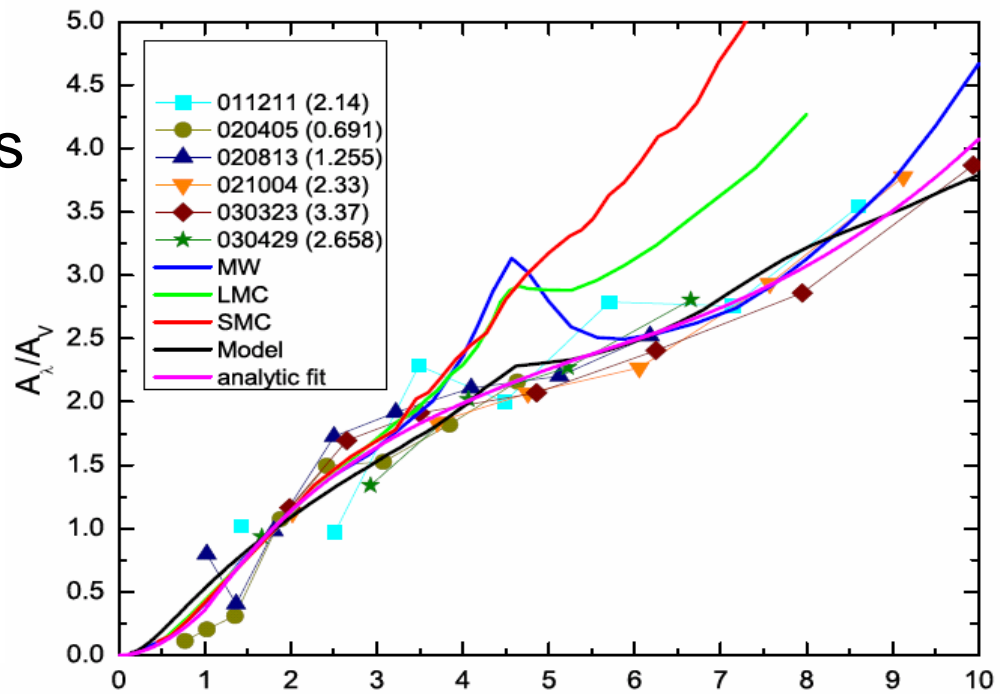
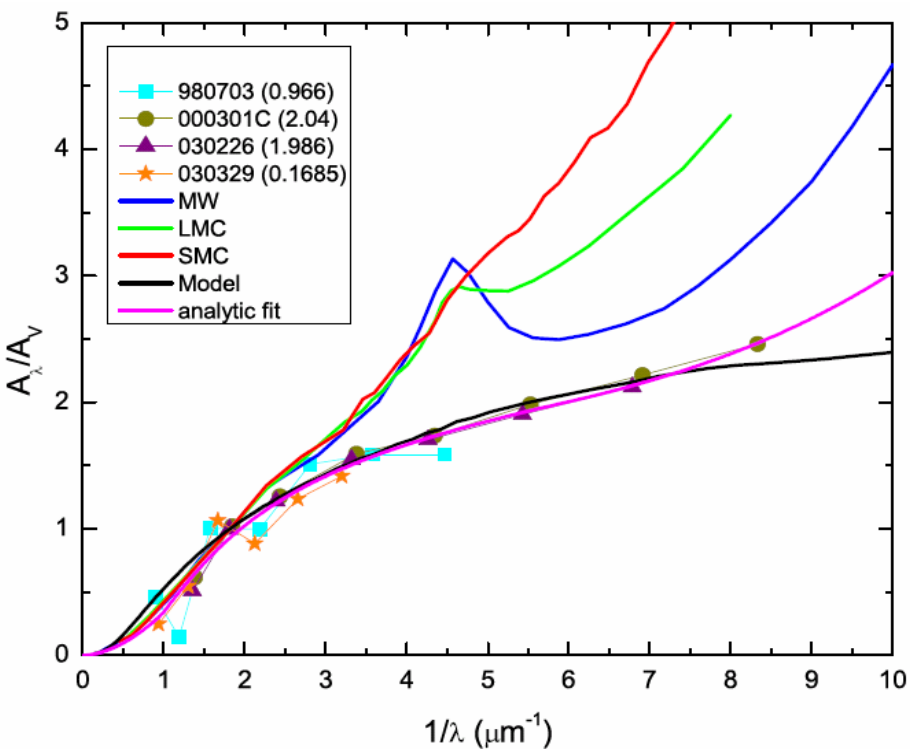
GRB標準モデルでは、考えにくい。
GRBのISM window
エネルギーが後から足される
磁場エネルギー変換効率が
バルクローレンツファクターに依存

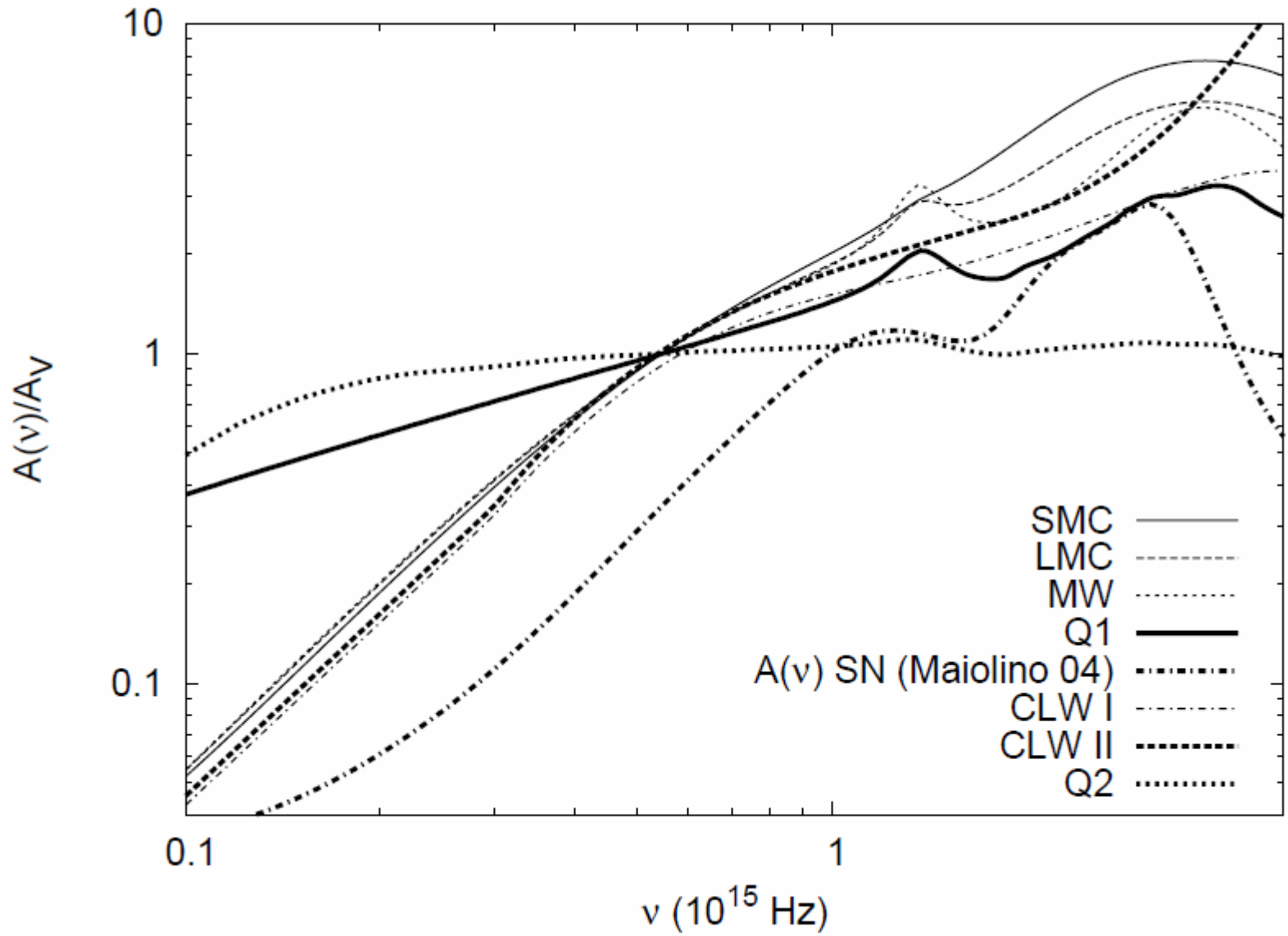
Dust extinction curve of GRB host galaxies

S. L. Chen +06

Y. Li +07

A. Li +07





X線のwabs モデルと
可視のLy 線の吸収量
の N_H は異なる。

Watson +07

A_V/N_H と Z/Z_\odot にも関係
がある。

したがって、X線で求めた N_H を用いて
 A_V を求めるときには、 Z/Z_\odot の量は
キャンセルされる方向にある。
つまり、ファクターでしかずれない。

