

Ashra報告52:光学閃光観測

物理学会2009年秋季大会

@甲南大学岡本キャンパス

会田勇一

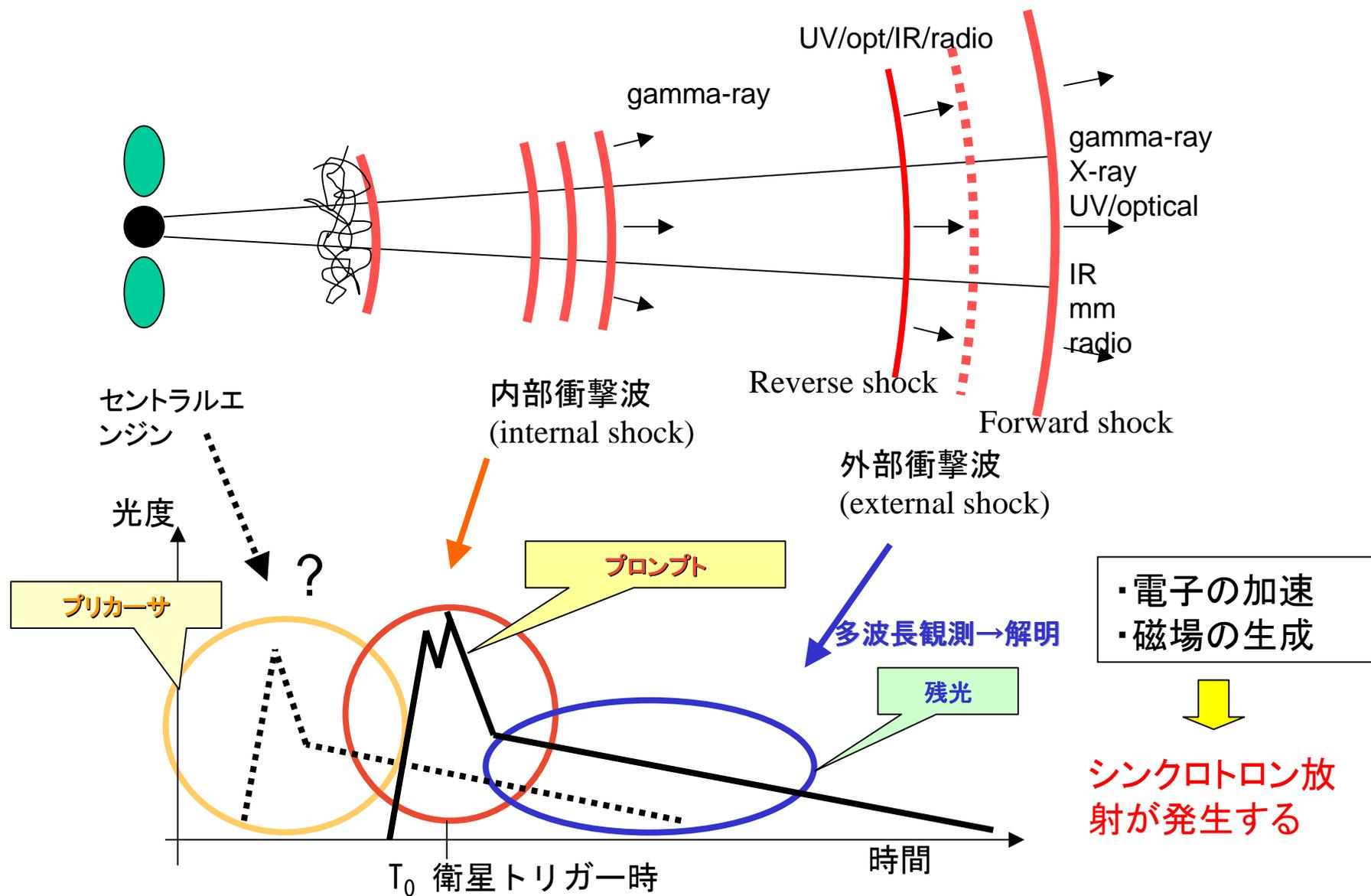
東京大学宇宙線研究所

Ashra共同研究者

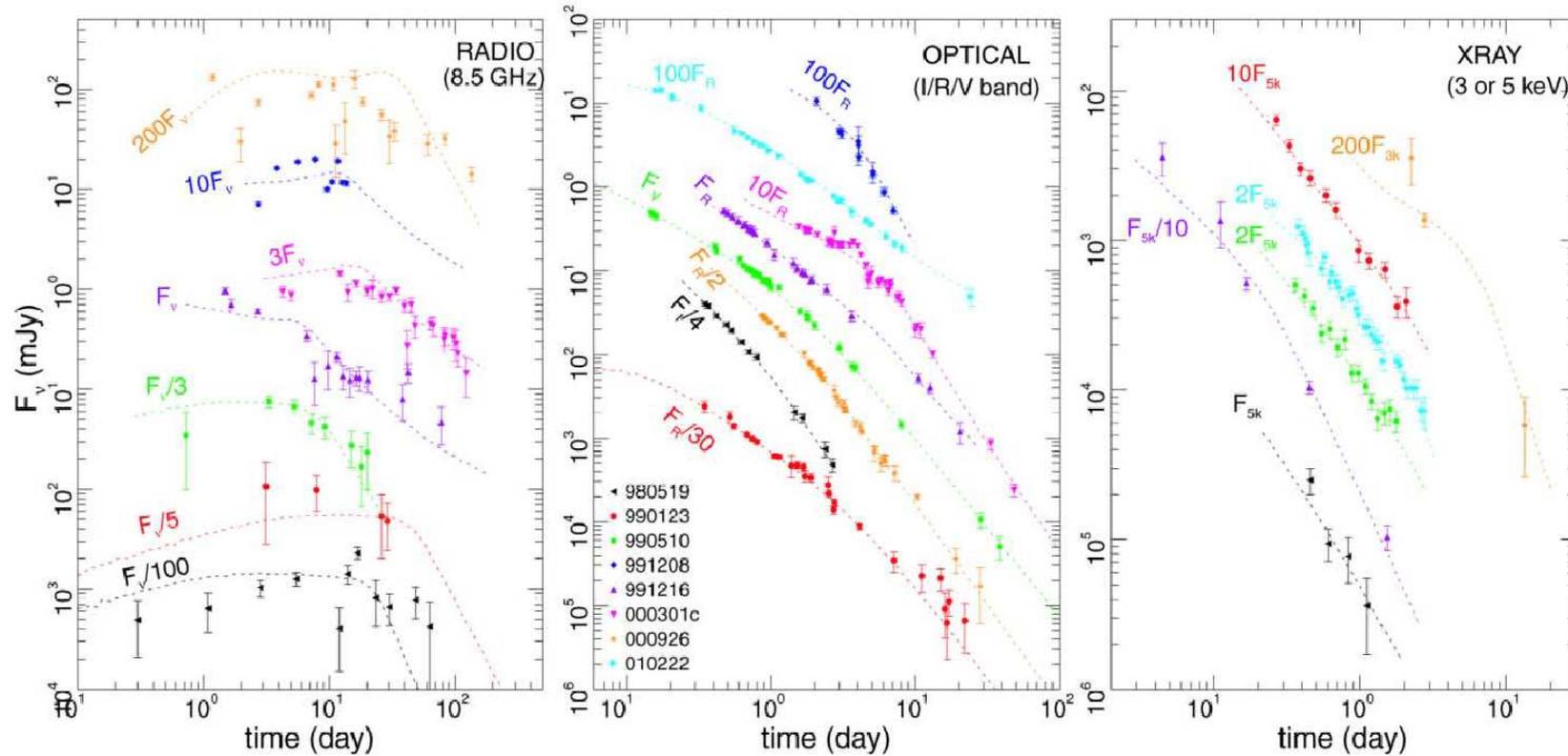
講演内容

- ガンマ線バーストについて
- プリカーサーとプロンプト観測の意義
- Ashra光学閃光観測について
- 光学閃光観測:観測実績と結果
- まとめ

Fireball model (GRB放射標準モデル)

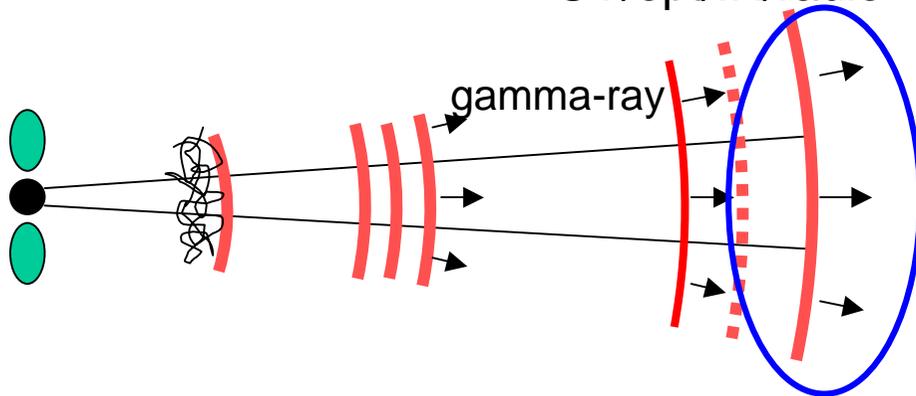


Fireball Modelの成功



Panaiteescu & Kumar, *Apj*, **560** L49 (2001)

UV/opt/IR/radio

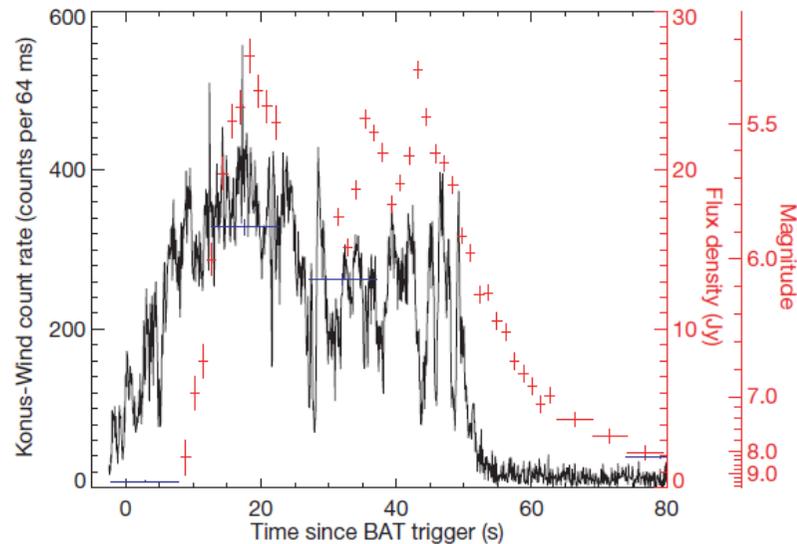


- ~1日後では良く合う。
- シンクロトロン衝撃波は観測をよく記述できる。

GRBプロンプト観測:GRB 080319Bでの例

30分前に現れていたGRB 080319Aから10度しか離れておらず、TORTORA, Pi of the Skyの広視野望遠鏡がT0をとらえた。

ライトカーブ

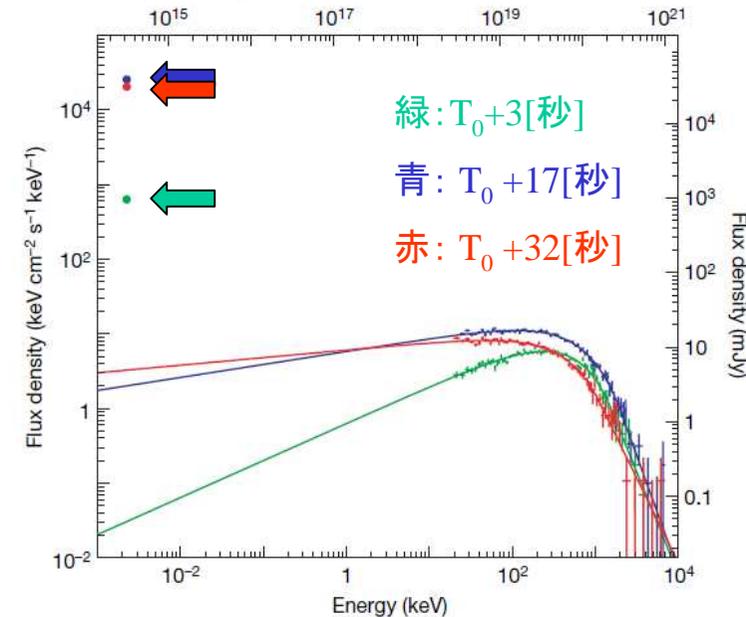


黒線:Konus-Windによる γ 線の観測

赤線:TORTORAによる光学での観測

青線:Pi of the Skyによる光学での観測

スペクトラム

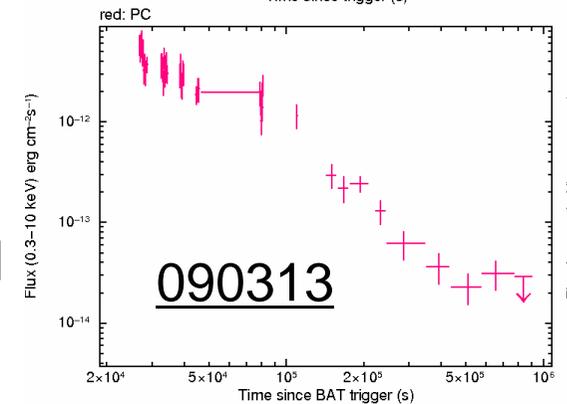
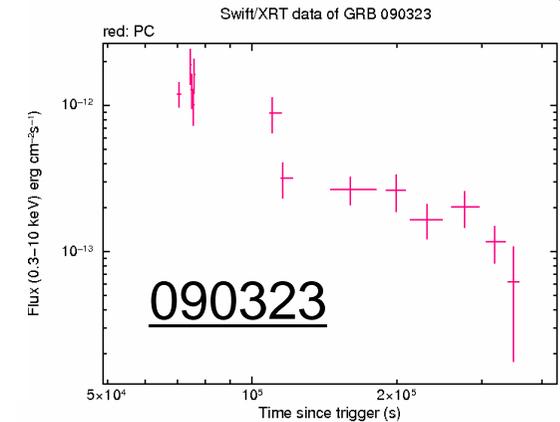
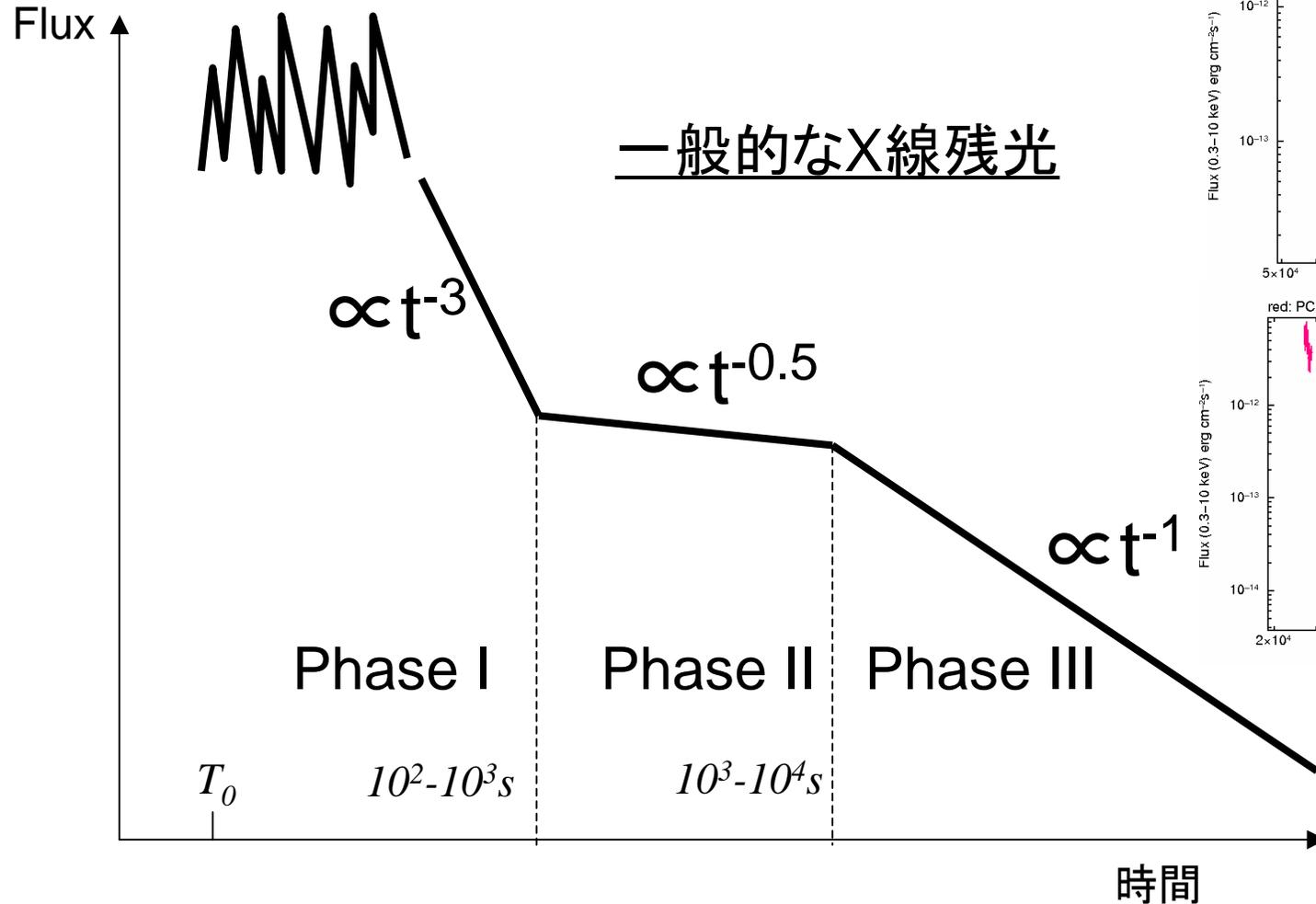


GRB 080319Bでは γ 線と同期する、プロンプト光学放射が観測された。この放射は、 γ 線のBand関数フィットよりも4桁も上である。

可視光と γ が相関 \Rightarrow 同じ物理領域から放射があったことを示唆

スペクトラム \Rightarrow 違う輻射機構であることを示唆

プリカーサー: GRB X線残光の説明

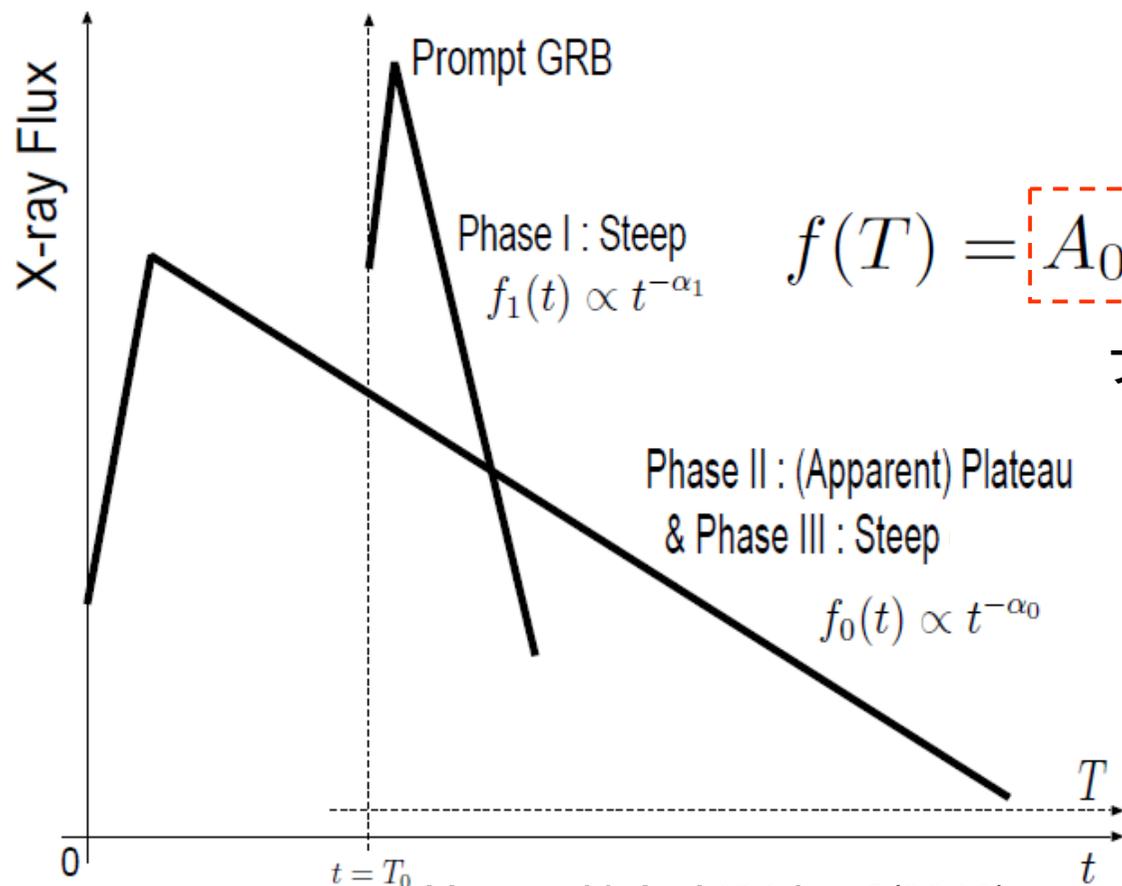


最近の2例
Swift/XRT GRB
lightcurve
repository

X線残光をGRB標準モデルだと説明しづらい

プリカーサー理論モデル

2成分モデル



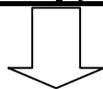
プリカーサー成分

GRB成分

1. トリガー直後はGRB成分 ($T^{-\alpha_1}$:Phase I)。
2. プリカーサー由来の成分に移行($T_0^{-\alpha_0}$:Phase II)。
3. $T \rightarrow$ 大でさらに折れ曲がる($T^{-\alpha_0}$:Phase III)。

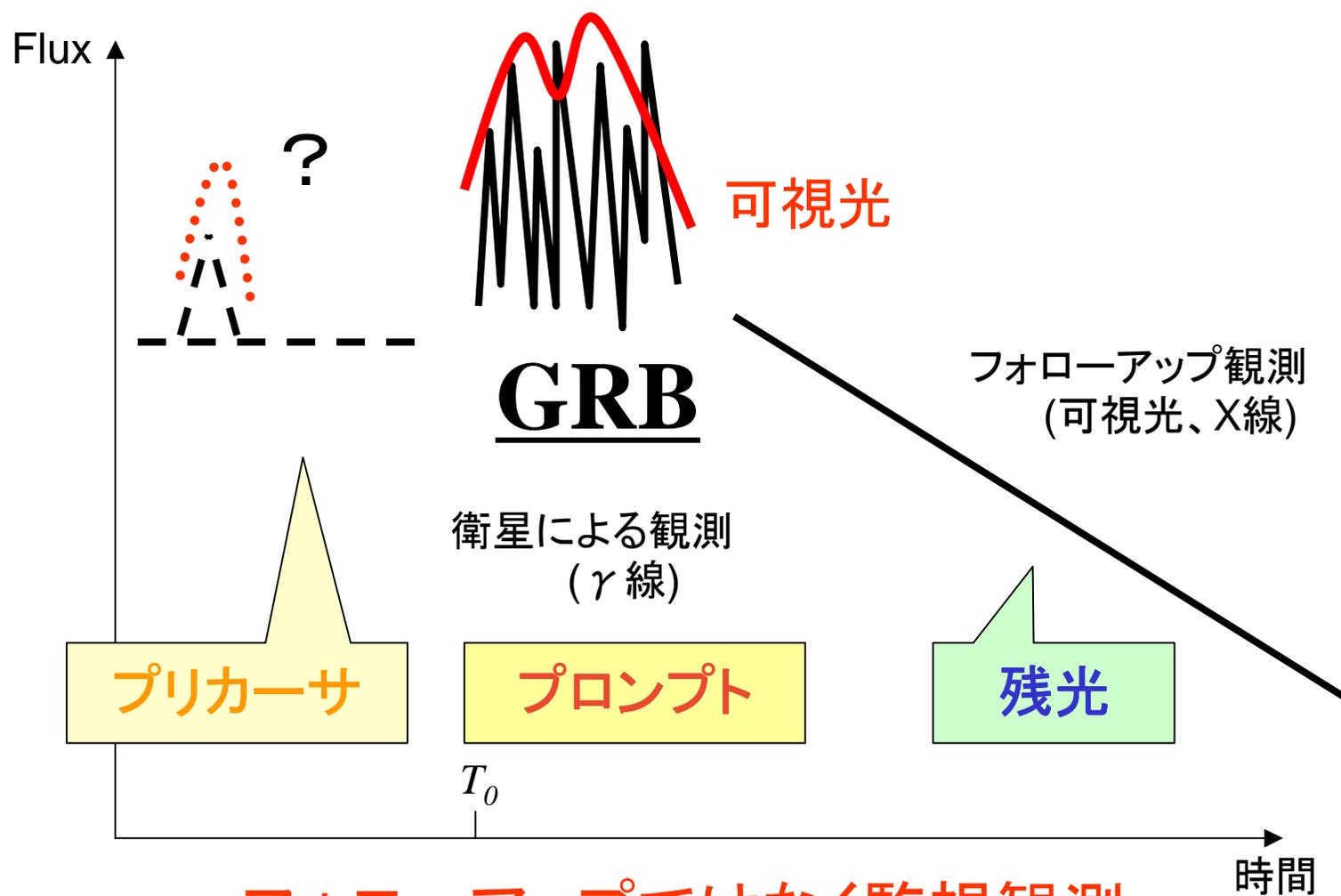
Yamazaki *ApJ* **690** L118(2009)

X線残光の平坦な領域の説明が可能



プリカーサーの探索で検証が行える可能性がある

プリカーサー、プロンプトを見るには



フォローアップではなく監視観測

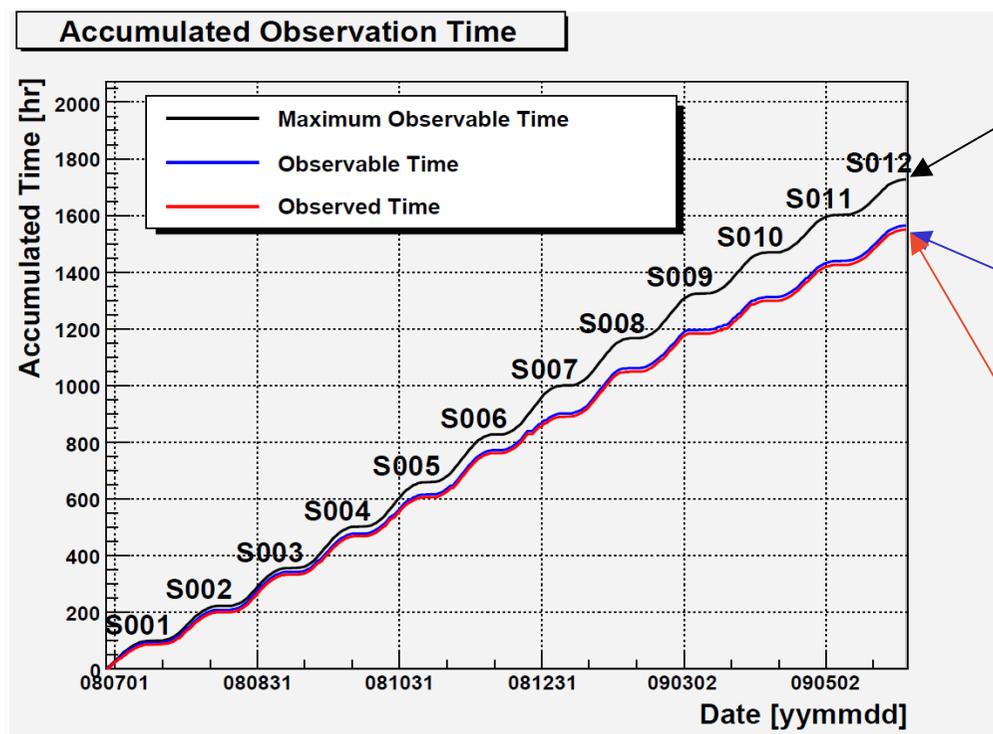
Ashra光学閃光観測について

- 光電レンズ撮像管 (PLIT) + 増幅イメージインテンシファイア + デジタルカメラ
- 固定視野
- 瞳径1000mm
- 広視野:直径42度
- 角度分解能～数分角
- CCDカメラ 3k × 2k ピクセル(Nikon D70)
- 4秒露光 + 2秒リードアウト(6秒間隔)
- U~Bバンドに最も感度がある。



- Ashra望遠鏡は広視野、高精度を両立する望遠鏡
- 天体を時系列で追うことのできる時間領域の天文学

閃光観測：実績 2008年6月28日-2009年6月5日



最大観測可能時間：

暗い夜空：

太陽高度 $< -18^\circ$ and
(月高度 $< 0^\circ$ or 月輝率 < 0.2)

好天観測可能時間：

好天条件：

相对湿度 $< 80\%$ and
(雨 or 霧) がない

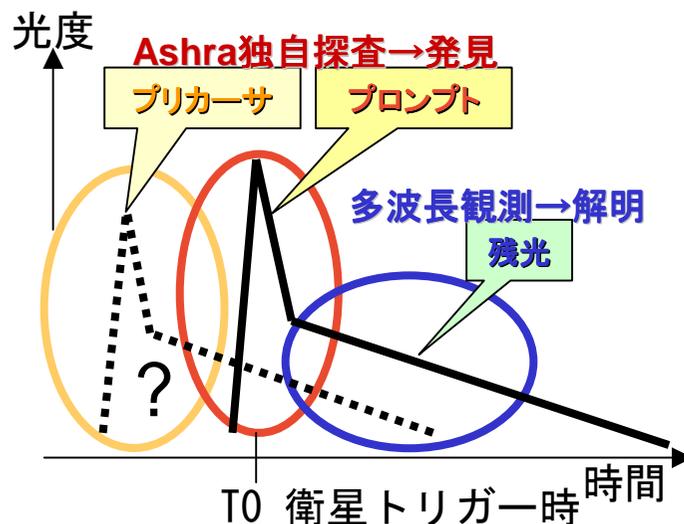
実観測時間

全時間	最大観測可能時間 (好天率100%)	好天観測可能時間 (好天率)	実観測時間 (稼働率)
8 2 3 2 時間 (343日)	1 7 2 8 時間	1 5 6 5 時間 (90%)	1 5 5 1 時間 (99%)

1年間Duty = 実観測時間/全時間 = 18.8% 達成

閃光探査観測：ガンマ線衛星とのクロス観測

クロス観測： γ 線衛星のトリガーが我々の望遠鏡の視野に入ること



衛星	時間領域ごとの閃光探査可能な衛星トリガー数		
	プリカーサ閃光 (24時間以内)	プロンプト閃光 (T0-contained)	残光 (3時間以内)
Swift	19	3	1
Fermi	16	2	2

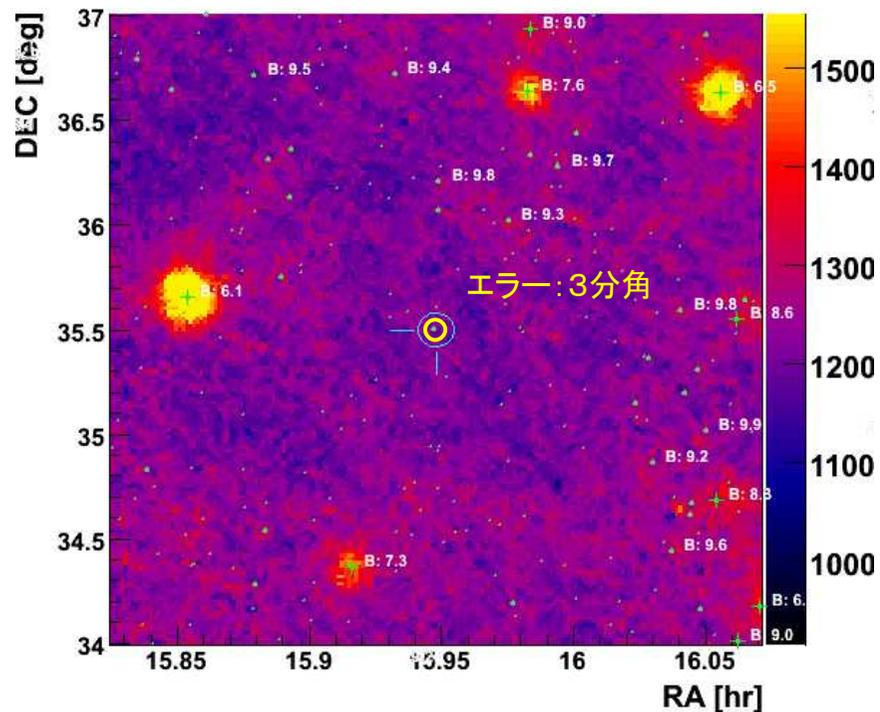
Ashra視野内でプロンプト閃光探査可能な衛星トリガー

衛星	トリガー#	GRB Name	衛星トリガー時 (T0)	探査時間領域 [sec]
Swift	322590	N/A	080828 UT 08:15:09.33	$-2.3 \times 10^3 \sim 1.1 \times 10^4$
Swift	324362	N/A	080910 UT 12:52:21.68	$-4.3 \times 10^3 \sim 7.7 \times 10^3$
Swift	336489	GRB081203A	081203 UT 13:57:11.57	$-1.2 \times 10^3 \sim 5.6 \times 10^3$
Fermi	262607680	GRB090428	090428 UT 10:34:38.46	$-8.1 \times 10^3 \sim 5.9 \times 10^3$
Fermi	262701807	GRB090429C	090429 UT 12:43:25.70	$-4.1 \times 10^3 \sim 1.7 \times 10^3$

プリカーサ観測

Swift衛星トリガー

090404 UT 14:33:14.52 DSC_1100_n.fits



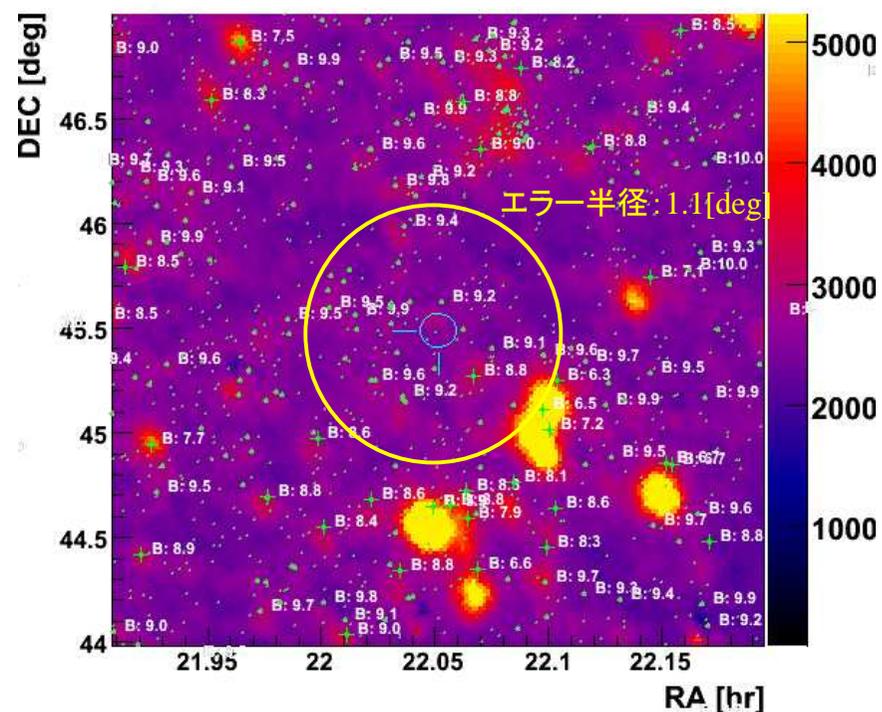
GRB 090404

トリガー前3.2h~1.1hまで観測

エラー半径: 3分角

Fermi衛星トリガー

081126 UT 04:59:20.08 DSC_1650_n.fits



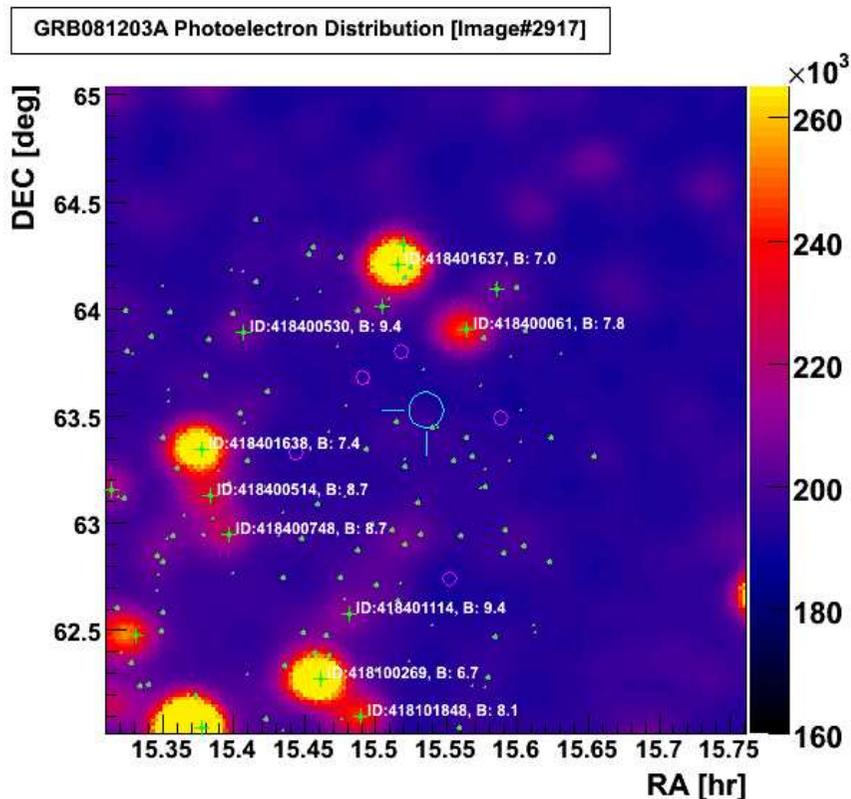
GRB 081126

トリガー前16.6h~15.5hまで観測

Swiftとの両方のトリガーがある。

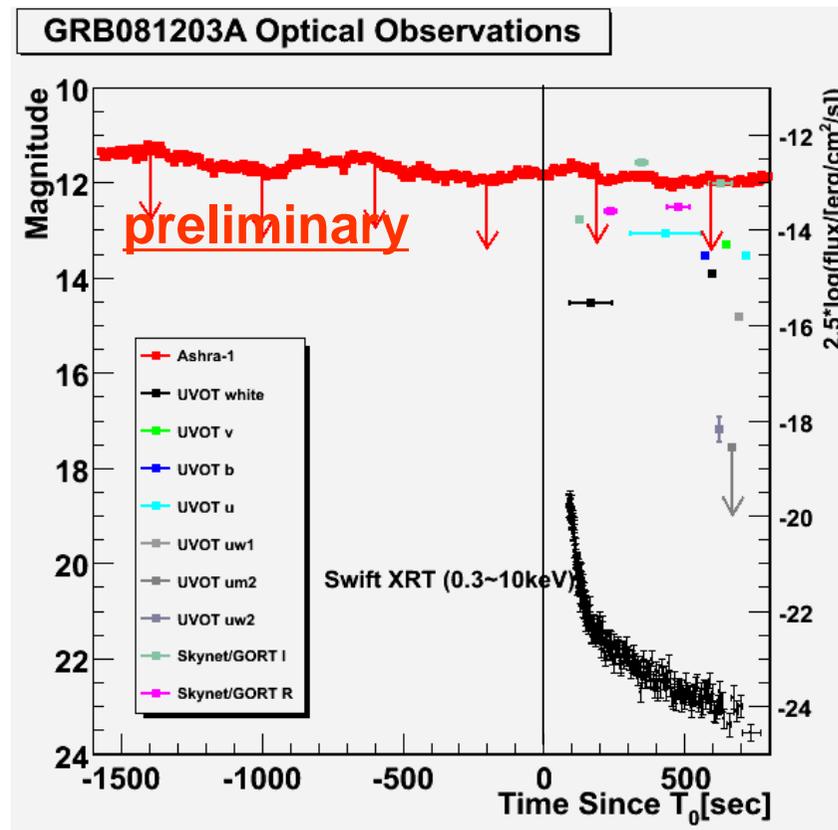
プロンプト観測：Swift衛星

GRB081203A



トリガー前0.3時間からトリガー後1.5時間まで観測

T₀+87秒以降に追尾型望遠鏡による、可視光、赤外波長域でのポジティブな観測データが多数存在する (Swift UVOT, Skynet/GORT, MITSuME, Z-600等)。



GRB光学閃光に限界等級をつけた。

GCN Circ. 8632

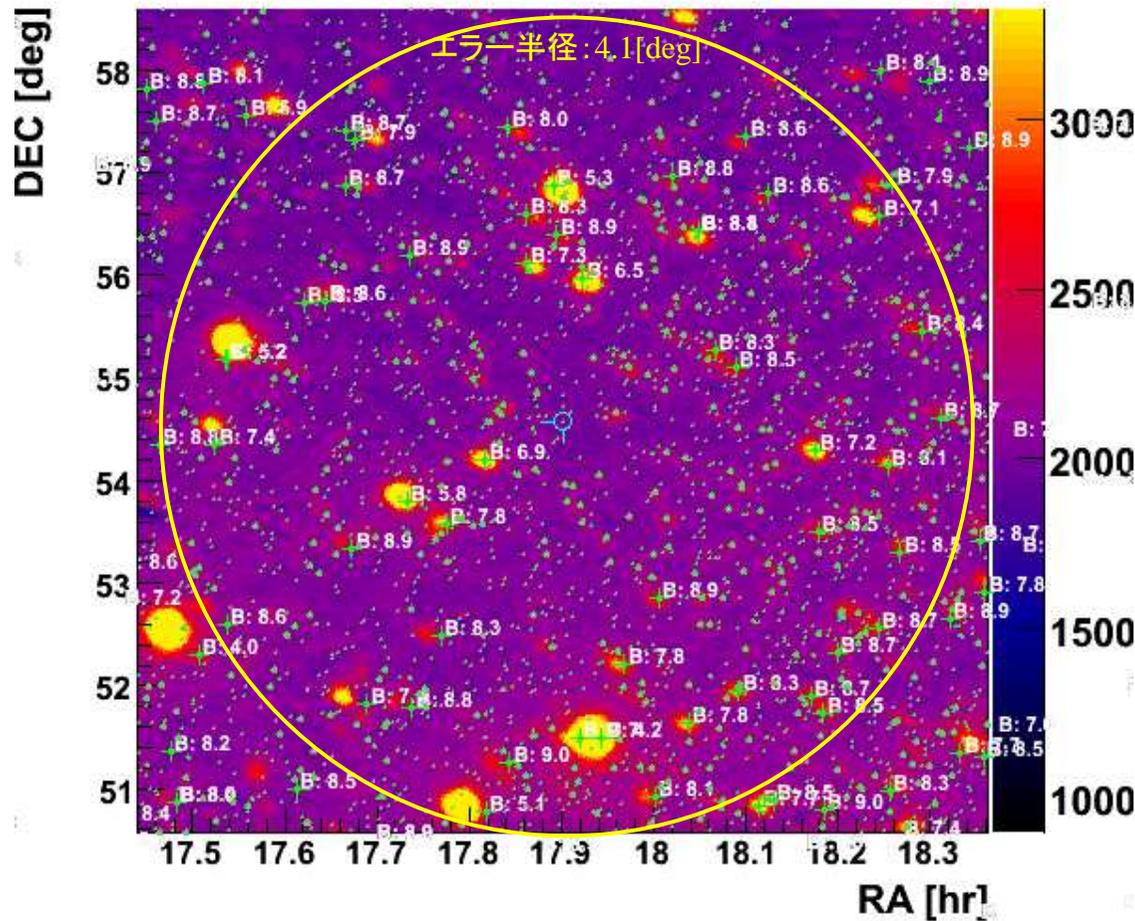
プロンプト観測:Fermi衛星

090429 UT 12:43:25.08 DSC_7495_n.fits

GRB090429C

トリガー前1.2時間からトリガー後
1.6時間まで観測

エラー半径~4.1[deg]と大きい
すべての領域を視野に納めている。



この視野の広さで T_0 を見ることが
できるのは広視野監視
観測の大きな利点

まとめ

- GRBを理解するためには時間領域の天文学が重要である。
- 高効率で約1年間、光学閃光の監視観測を行った。
 - 好天率は90%, 観測効率は99%だった。全時間に対する観測の効率は18.8%だった。
- プロンプト観測5例、プリカーサ(24時間以内)35例のGRBクロス観測に成功した。
- Observation-1
 - (目的1) 光学閃光の広視野監視を高効率で実施する
 - (目的2) タウニュートリノ・チェレンコフ発光のパイロット観測

 **達成**
- 詳細な解析は現在進行中