



Ashra報告54 : 光学閃光解析

2010.3.22日本物理学会第65回年次大会
岡山大学津島キャンパス

石川巨樹 東邦大学理学研究科
Ashra共同研究者

講演内容

- Ashra光学閃光観測について
- 光学閃光観測：観測実績
- クイック解析について
- 位置同定方法
- まとめ

Ashra光学閃光観測

天頂角30度集光器

- 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。



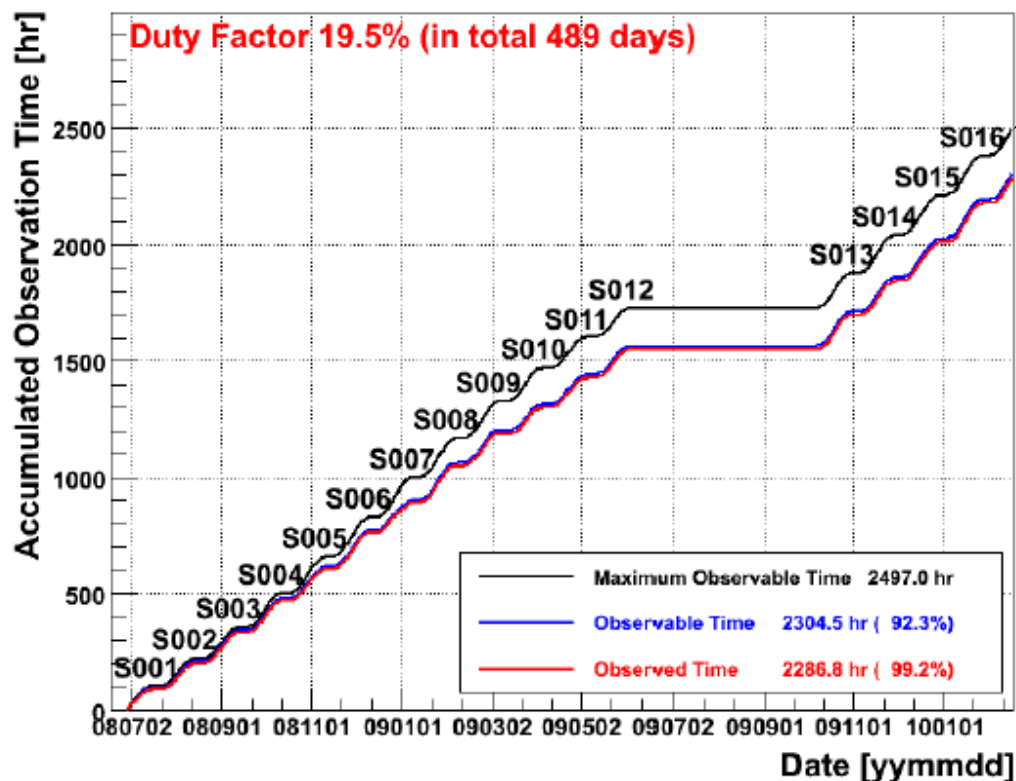
- Ashra望遠鏡は広視野、高精度を両立する望遠鏡
- 天体を時系列で追うことのできる時間領域の天文学

閃光観測:実績

Obs. 1: 2008年6月28日 — 2009年6月5日
Obs. 2: 2009年10月7日 —

積算Duty = 実観測時間/全時間 = 19.5% 達成

Ashra Observation



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:

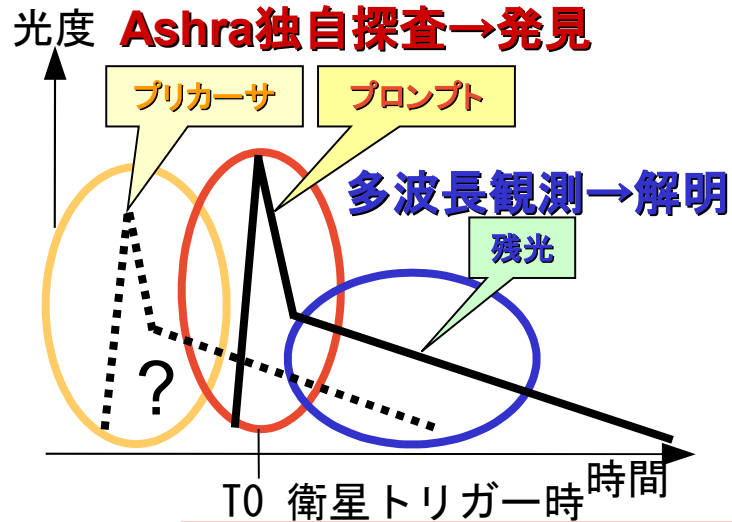
好天条件:

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)
11736時間 (343日 + 146日)	2497時間	2305時間 (92%)	2287時間 (99%)

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	時間領域毎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	22	4	1
Fermi	36	4(+1)	4

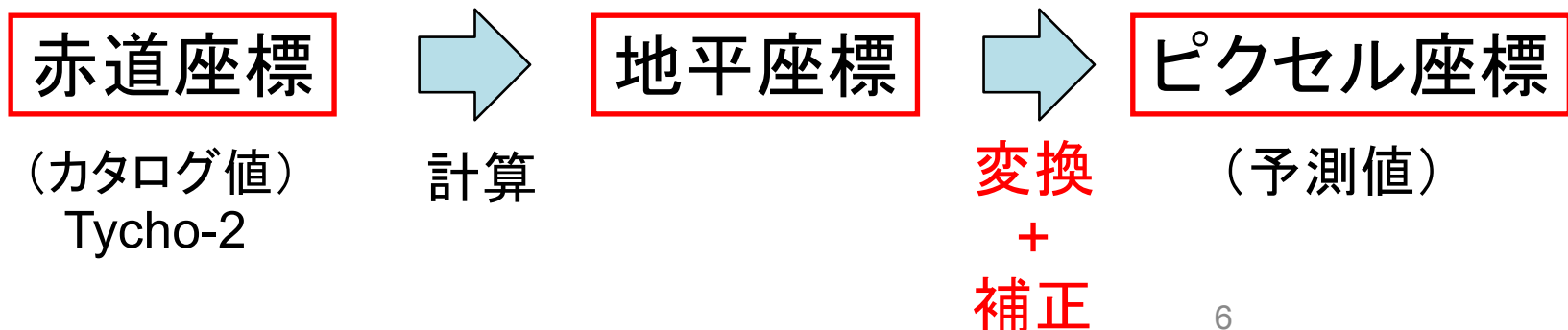
Ashra視野内でプロンプト閃光探査可能な衛星トリガー

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	$-4.1 \times 10^3 \sim 1.7 \times 10^3$
Swift	373674	GRB091024	091024 UT 08:56:01.26	$-1.6 \times 10^3 \sim 3.3 \times 10^2$
Fermi	282484409	N/A	091214 UT 11:53:27.83	$-5.4 \times 10^3 \sim 4.0 \times 10^3$
Fermi	288007622	GRB100216A	100216 UT 10:07:00.19 ⁵	$-4.0 \times 10^3 \sim 1.1 \times 10^4$

クイック解析について

目的・・・ガンマ線衛星 (Swift, Fermi) のアラート情報に応じて、光学閃光観測で得られた画像データを高速解析し突発天体の早期発見につなげる。及び解析の自動化

方法・・・天体 (GRB) の赤道座標より高度・方位角を求め、これらから撮像画像内での天体のピクセル位置を予測。目的天体の近くのカタログ星を用いて、位置同定 (Astrometry) を行う。



ピクセル位置の予測方法

変換式

$$x = (r \times \theta) \cos (A - \omega) + x0$$
$$y = (r \times \theta) \sin (A - \omega) + y0$$

集光器の特性(収差等)考慮しない場合

x, y: 予測ピクセル位置

θ : 天頂角(90°-高度)、 A : 方位角

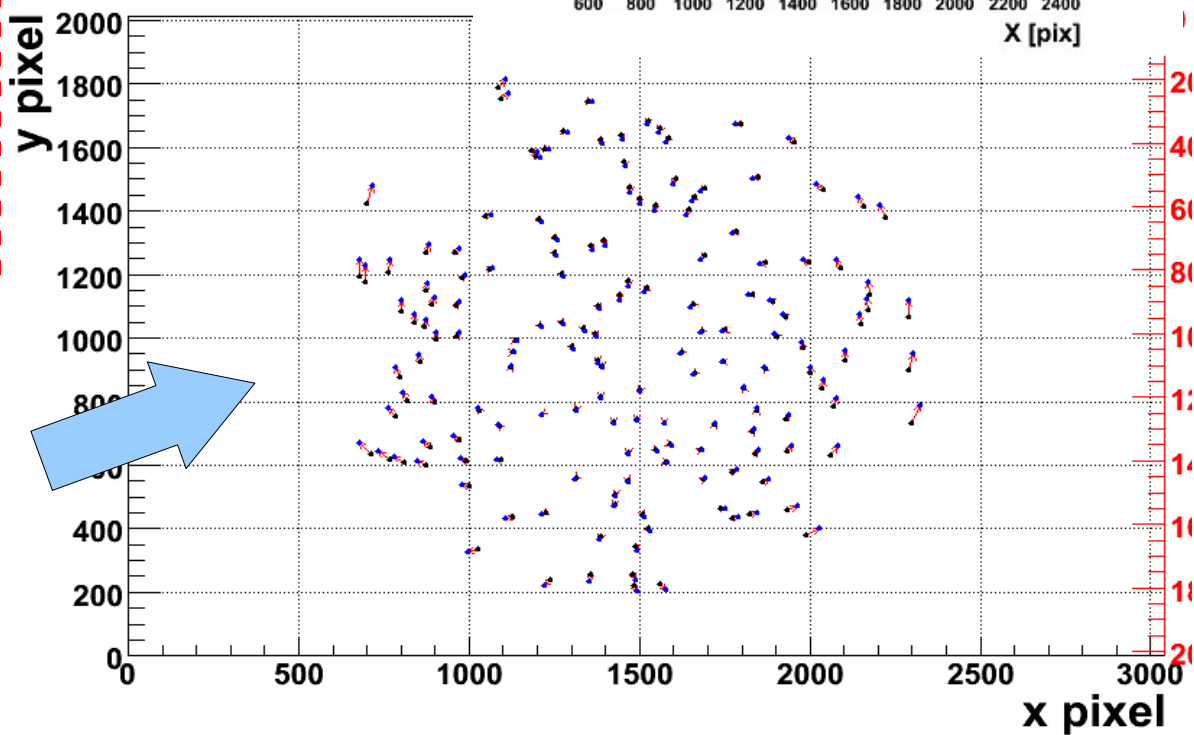
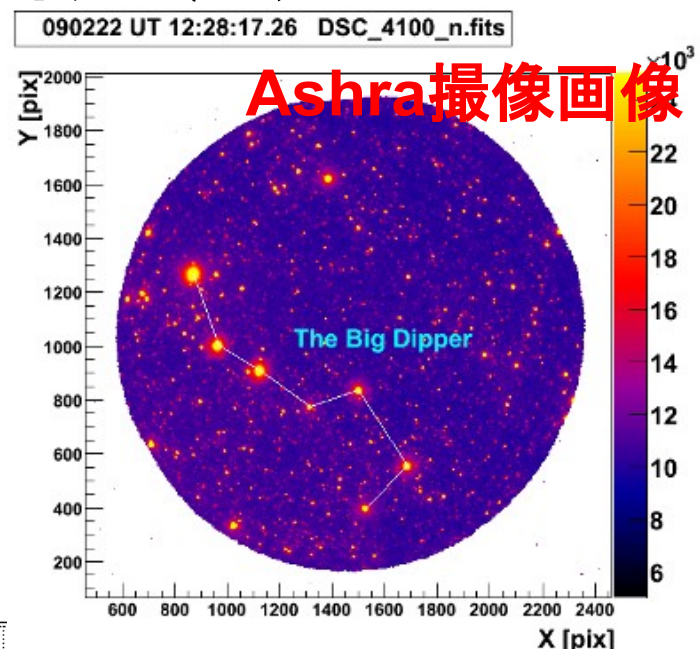
パラメーター

$r \Rightarrow$ 天頂角1°当たりのピクセル数

$\omega \Rightarrow$ 視野中心と天頂を結んだ線
とx軸とのなす角

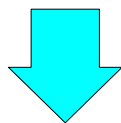
$x0, y0 \Rightarrow$ 天頂座標

天体の実位置(黒点)と
パラメーターを最適化した
ときの**予測位置(青点)**の
比較図。**赤線: 差**
(最大±40ピクセル程度)

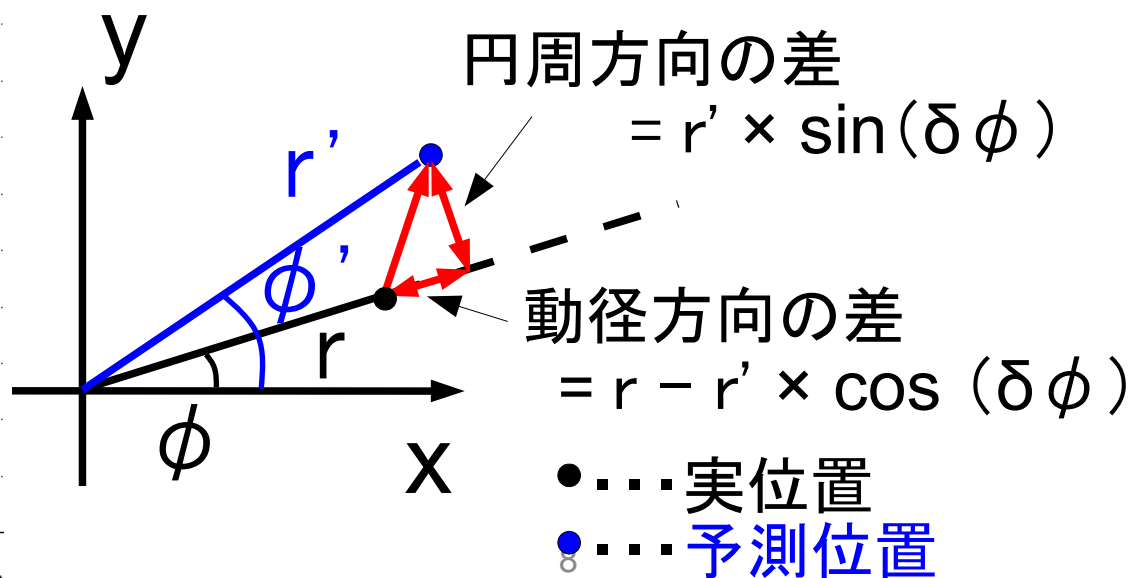
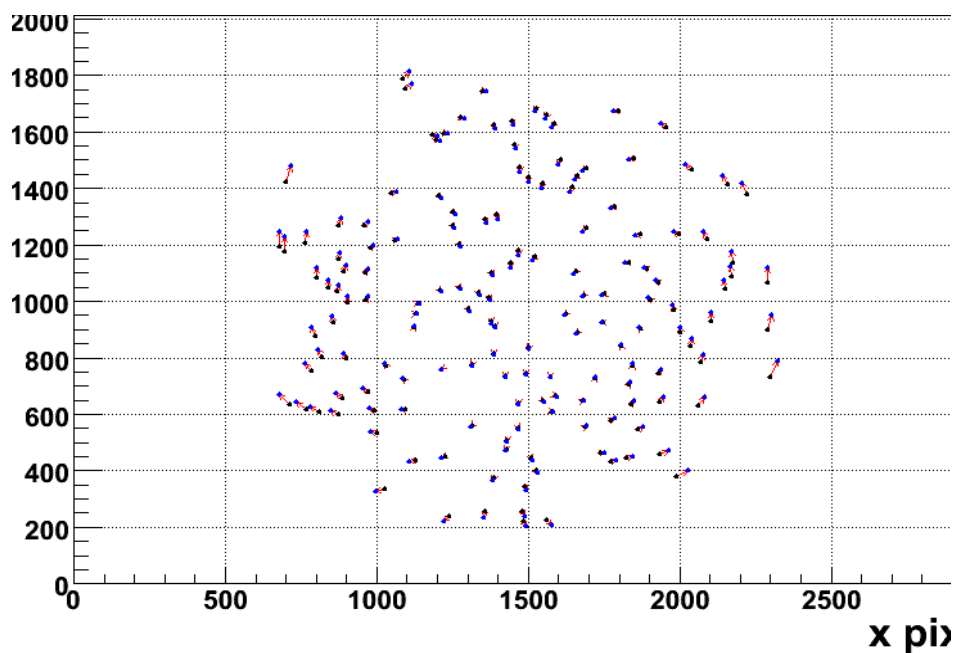


予測位置の補正

1ピクセルが約**1.4分角**に相当 $\Rightarrow$ 40ピクセルのずれは約1度のずれ
予測精度としてまだ不十分

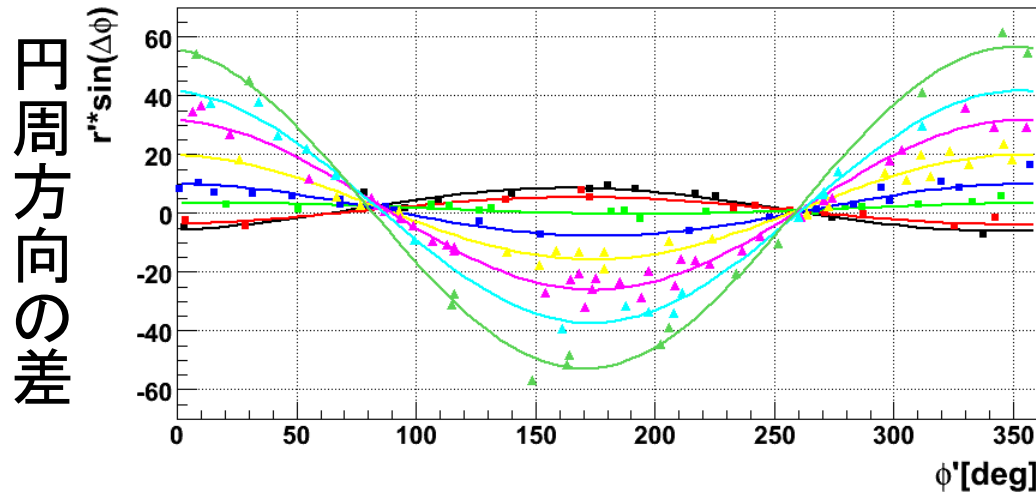
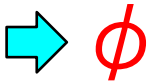


差は視野中心から離れる程大きくなる傾向が見られたので、
実位置と変換式から得られる**予測位置**の**差**を視野中心からの距離に
依存する円周方向と動径方向の差として考えた

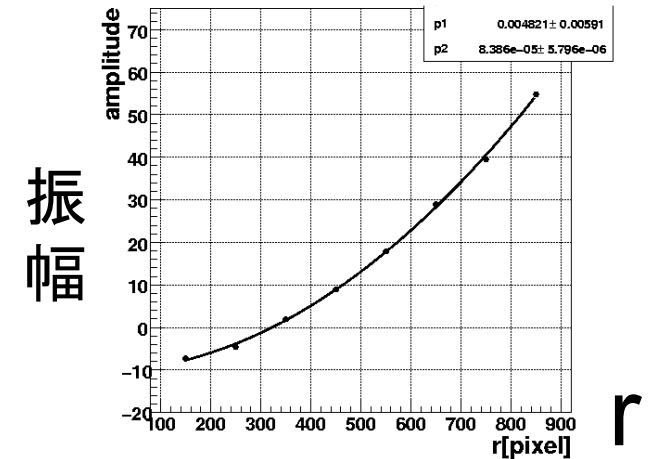


円周方向の差

$$r' \sin(\delta\phi) = \overset{\text{振幅}}{(a + bx + cx^2)} \times \cos(\phi' - \text{phase}) + \text{offset}$$

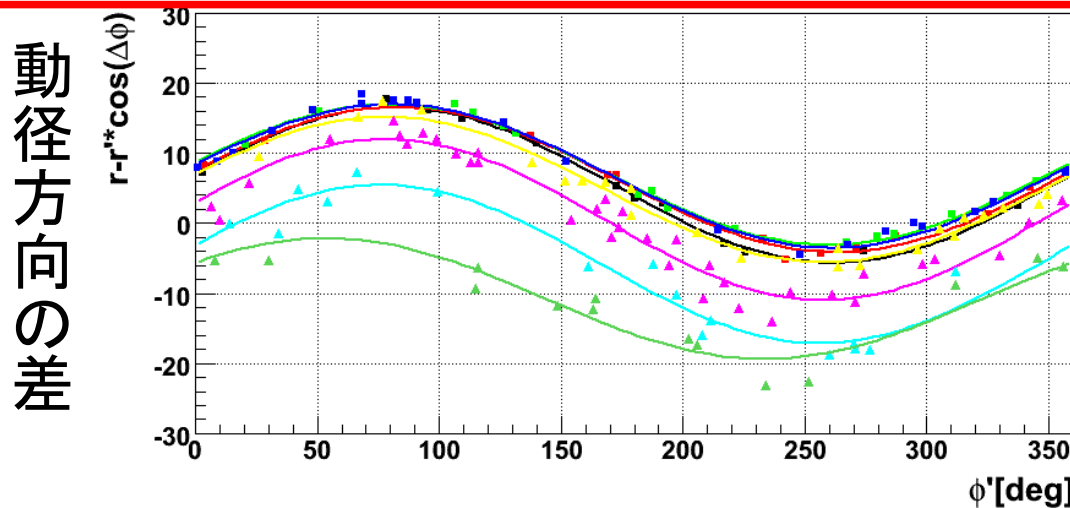
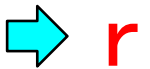


距離rに対する二次関数

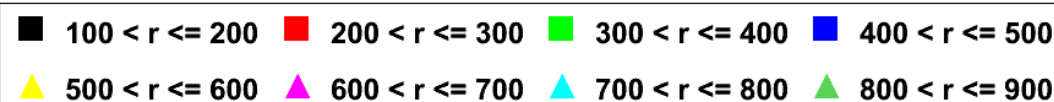
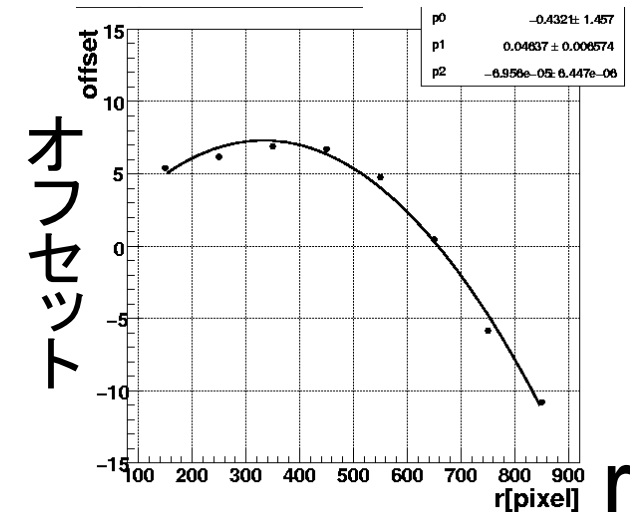


動径方向の差

$$r - r' \cos(\delta\phi) = \overset{\text{振幅}}{A} \times \sin(\phi' - \text{phase}) + \overset{\text{offset}}{(a + bx + cx^2)}$$



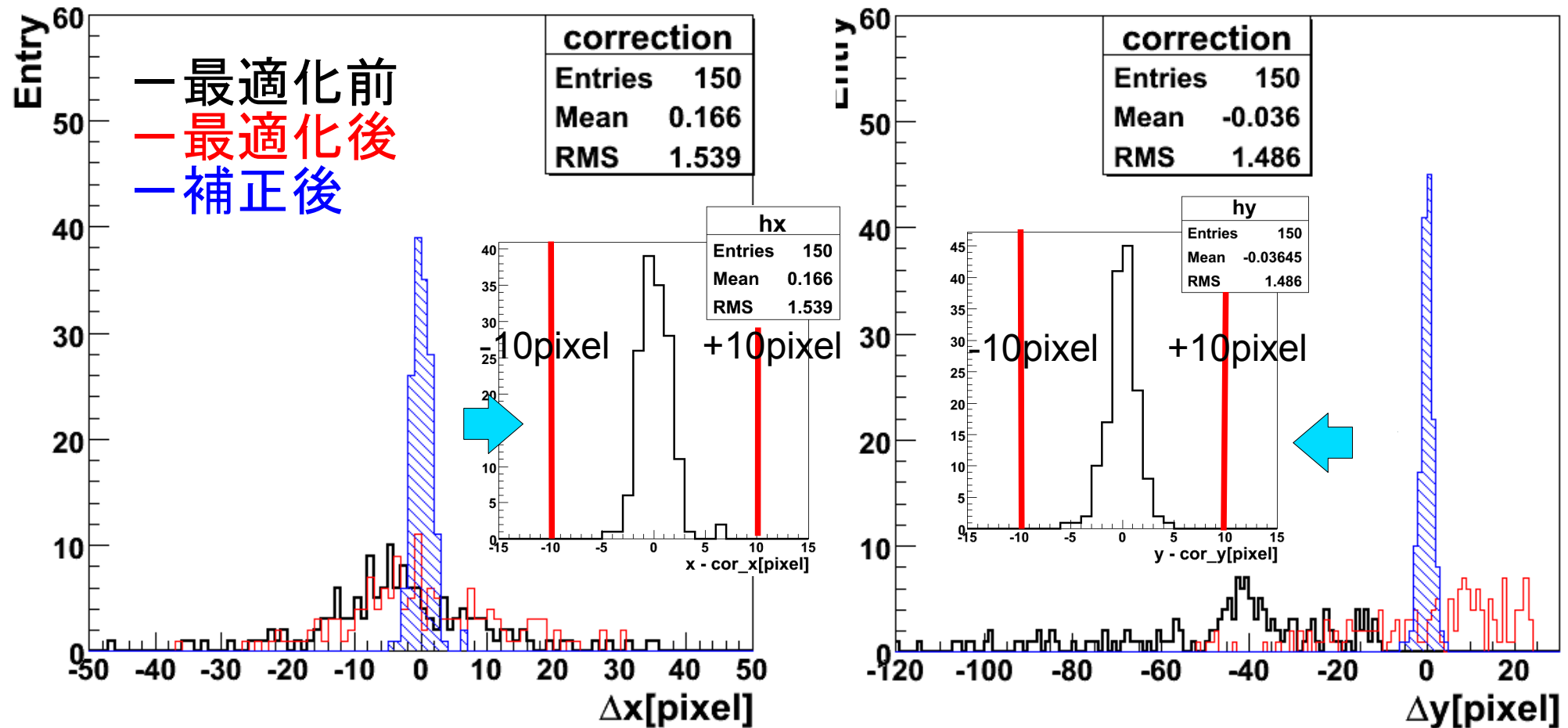
距離rに対する二次関数



ピクセル位置の予測精度

x軸方向の差(実位置 - 予測位置)

y軸方向の差(実位置 - 予測位置)



➡ x, y共に実位置と予測位置の差は ± 10 ピクセル(14分角)以内

位置同定方法

- 目的天体の赤道座標を基に予測したピクセル座標を中心に画像を切り取る
- 位置同定を行うため目的天体の近くのカatalog星を選び出す。



[Astrometry](#)へ

GRB090429C (Fermi262701807)
に対して切り取った画像

DSC_7496_nf8.fits UT 12:43:30.98

赤丸: 目的天体

緑点: 抽出された天体

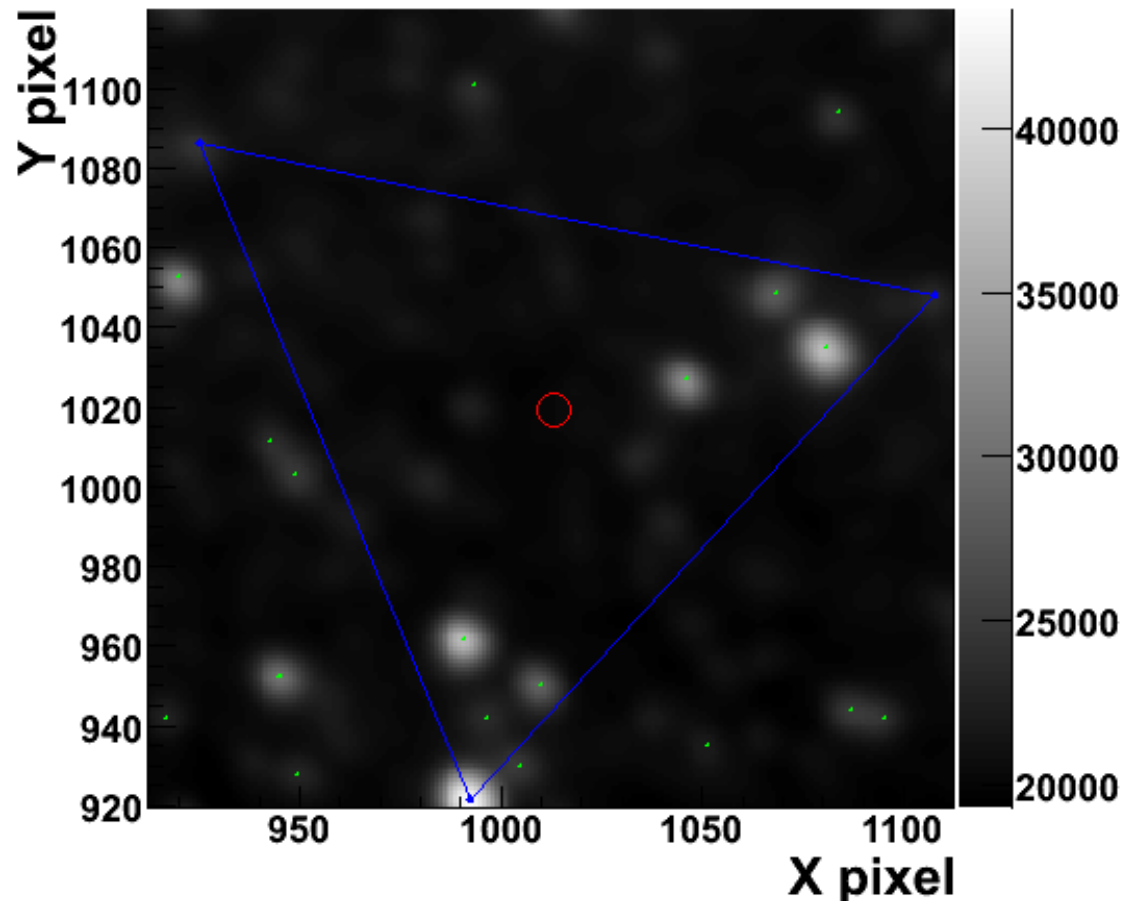
青点: セレクトされた3天体

- カatalog星の抽出条件

目的天体の赤経 ± 4.5 [deg]、
赤緯 ± 3.0 [deg]。V, B等級 9以上

- セレクト条件

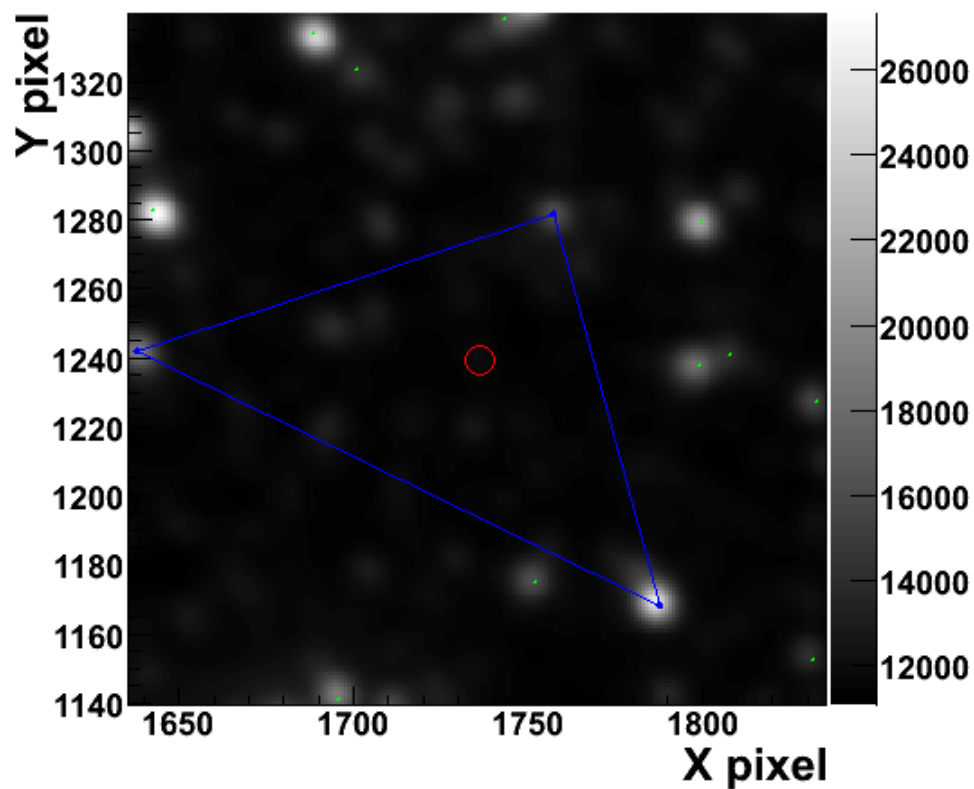
目的天体と3つのカatalog天体とのなす角が120度に最も近くなるような組み合わせ



位置同定

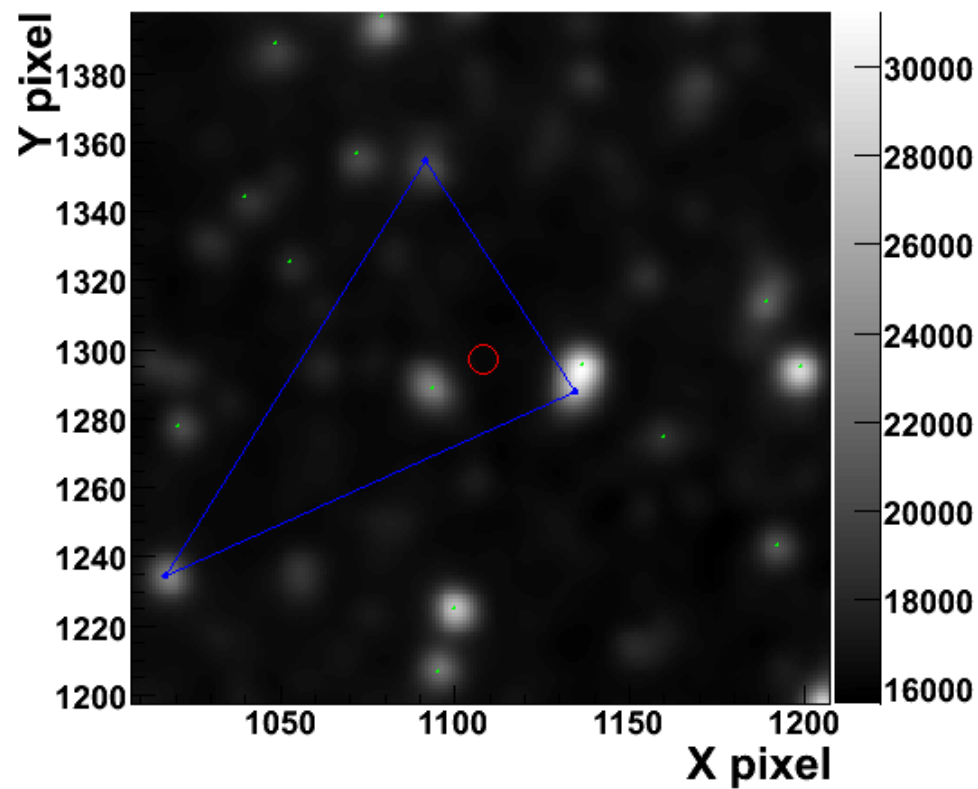
GRB090428 (Fermi262607680)

DSC_2744_nf8.fits UT 10:34:42.76



GRB100216 (Fermi288007622)

DSC_9472_nf8.fits UT 10:07:02.92



まとめと展望

- プロンプト観測8例、プリカーサ(24時間以内)58例のGRBクロス観測に成功した。
- これら多くのアラート情報に対してクイック解析を行うために位置同定方法を簡潔にした。
- これまでにあったアラート情報にクイック解析をかけすべて画像の切り取りに成功した。
- AstrometryやPhotometryにつなげる