

X線フレアの可視光追観測システムの構築

河合広樹,坪井陽子,山田宗次郎(中央大学),飯塚亮,菅原泰晴(JAXA/ISAS)

我々は、中央大学後楽園キャンパスにある26 cm口径の望遠鏡(CAT:Chuo-university Astronomical Telescope)でU,B,V,R,I,H α フィルターを用いて可視光測光観測を行っている。視野角は51×34 分角程度であり、限界等級はVバンドで約15等級(露光時間 120 sec、S/N = 10)である(2014 年度秋季天文学会 坪井 他)。CATの運用は、ACPという制御ソフトを用いての自動観測システムが完成している(2016 年度秋季天文学会 山田 他)。ここでいう自動観測システムとは、事前にプラン(どの天体のどのバンドを何枚ずつ撮るか)を設定しておけば、夜になるとCATのそばにいても観測が行えることを意味する。

現在我々は、この自動観測システムを利用して恒星フレアの追観測システムを構築している。フレアの追観測は、減衰時間が長いほど同時に観測できる可能性が高まるので、全天X線監視装置MAXIに注目した。MAXIで検出されるフレアは星の最大規模の大きさのものばかりで、その継続時間は1時間から1.5日であると報告されている(Tsuboi et al. 2016)からである。

追観測システムは、MAXIの観測データからフレアを自動検出するNova-Alert System (Negoro et al. 2016)を利用した。Nova-Alert Systemは、X線の急激な増光を検出すると自動でアラートメールを送信する。我々が目指す追観測システムは、このメールをトリガーにして、CATで自動観測を行うというものである。このシステムでは、その現在日時にCATで観測が可能か、また天候状態は良好かといった観測条件の判断や、露光時間や撮像枚数といった観測設定の算出も、自動で行うことができる。

この追観測により、MAXIによるX線とCATによる可視光の同時他波長観測が可能となる。

～恒星フレア～

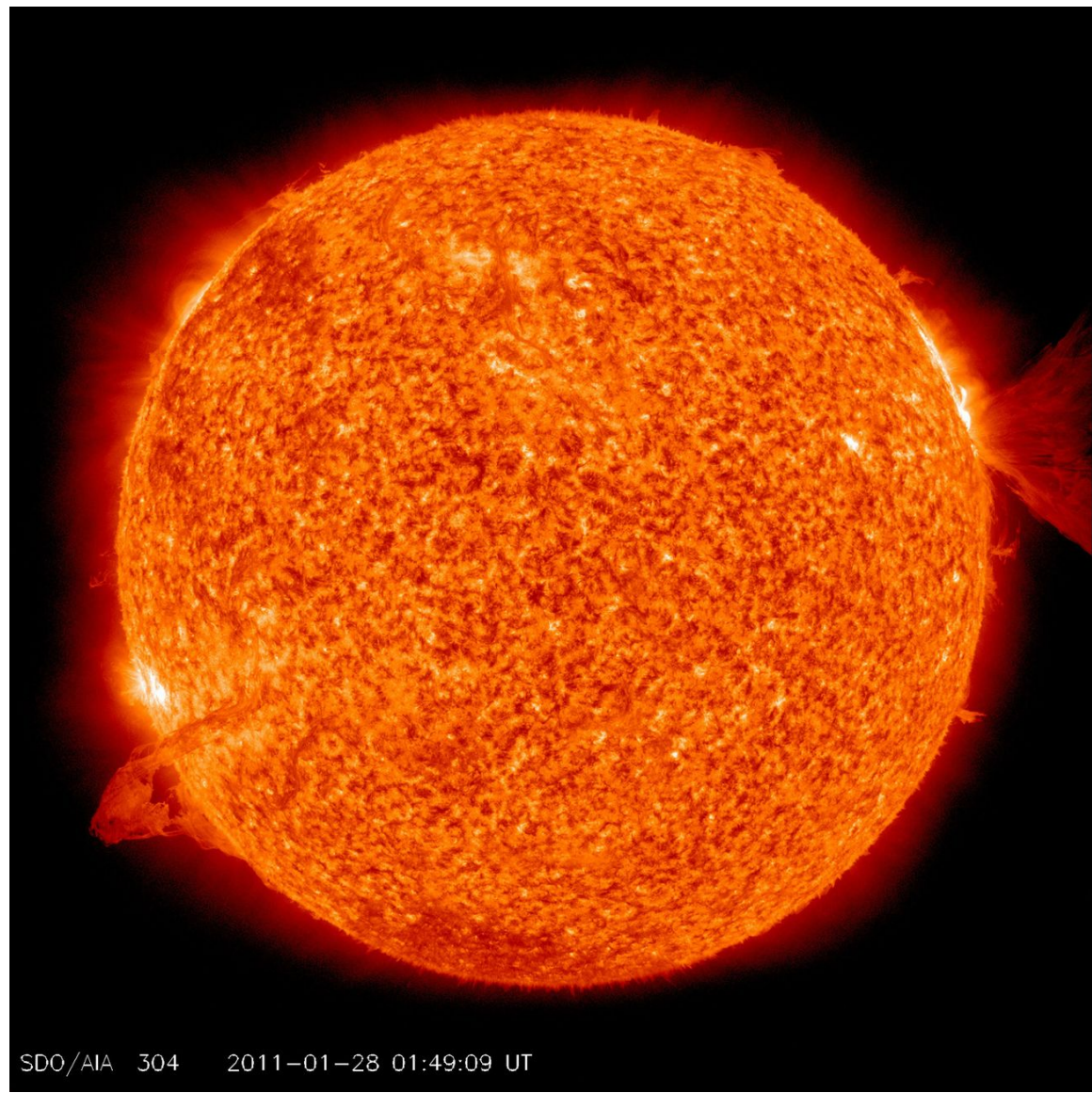


図1:太陽フレアの様子

磁気活動が活発な恒星は、磁気リコネクションを起こし磁気エネルギーを解放する。この爆発現象を**フレア**と呼ぶ

フレアは突発的な現象で、爆発が起きると様々な波長の光を放出する

フレアは、エネルギーが大きいほど減衰時間も大きい(Tsuboi et al. 2016)

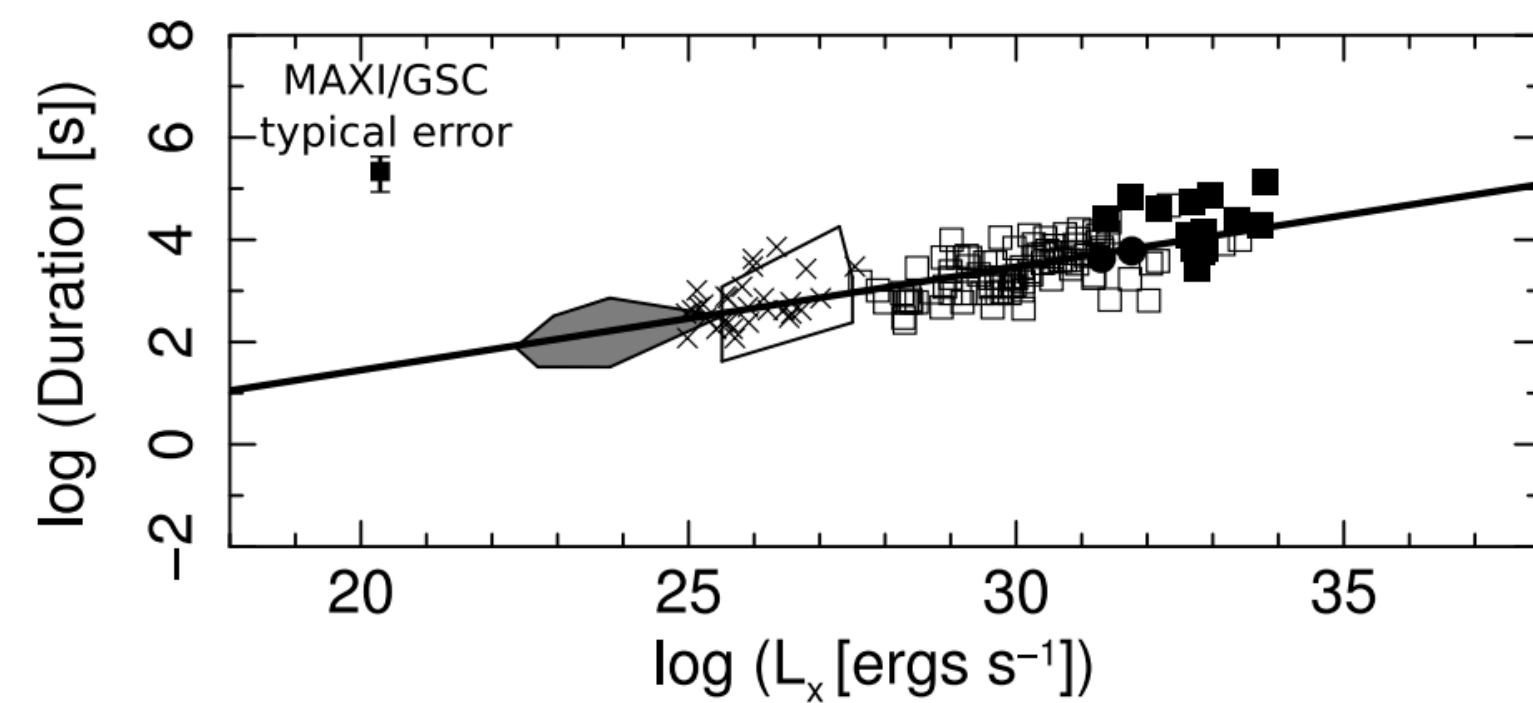


図2:フレアエネルギーに対する減衰時間

～CAT～

○CATの性能

望遠鏡の口径	視野角	限界等級*1	測光精度*2	使用フィルタ
26 cm	51×34 分角	約15 mag	約0.01 mag	U,B,V,R,I,H α

*1・・・Vバンド,120 sec露光,S/N=10

*2・・・Vバンド10 mag,120 sec露光

○CATの自動化

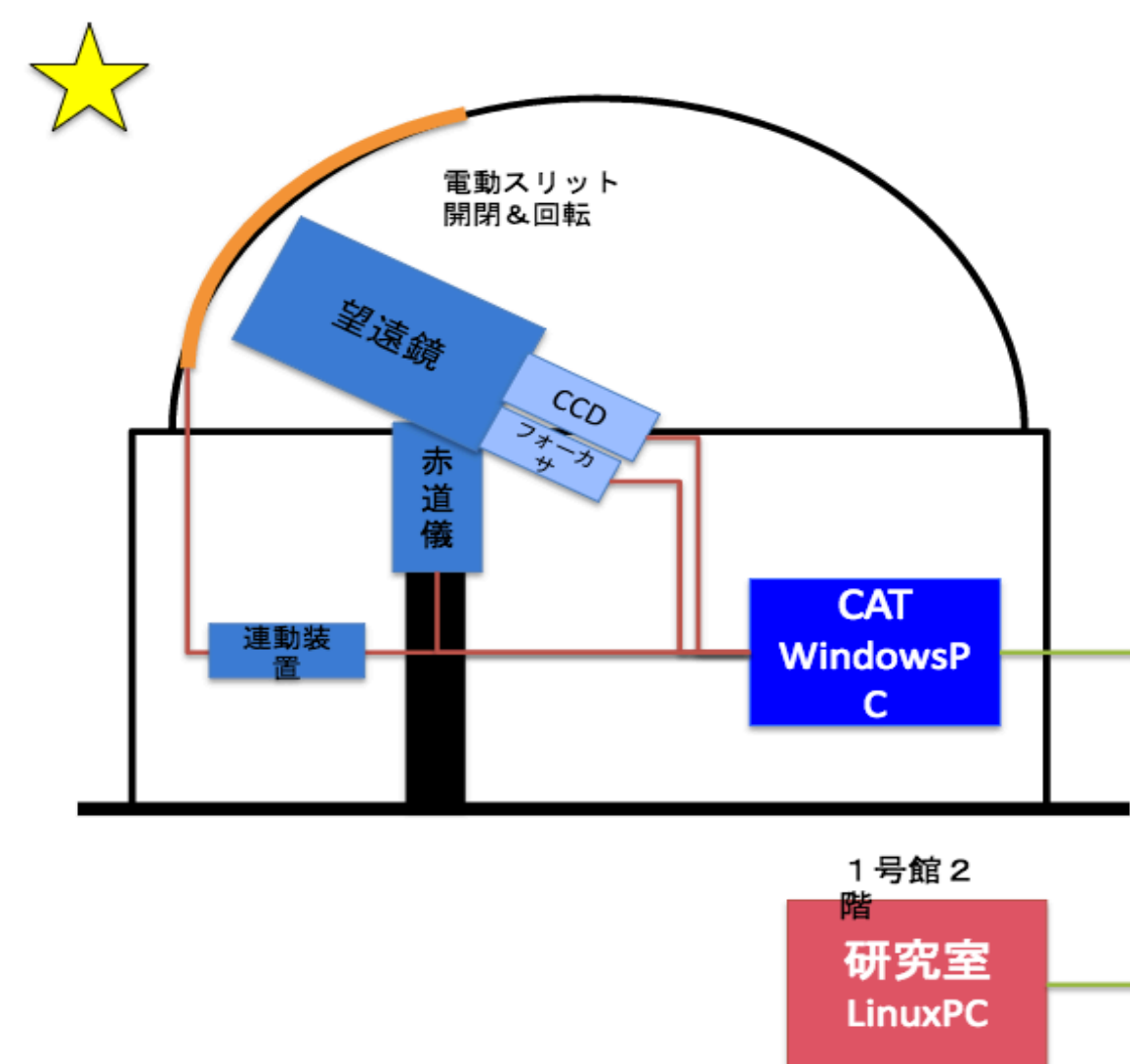


図3:CATの連動の様子

CATでは、赤道儀、ドーム、CCDカメラの3つを一括制御ソフトウェアを用いて一括制御している

そのため、一括制御ソフトウェアで観測プランのプログラムを実行するだけで観測ができる

また、CATの制御パソコンはネットで研究室と繋がっているので、全て研究室からリモートで操作することができる。

～MAXI～



図4:国際宇宙ステーション



図5:MAXI全天マップ

MAXIは、ISSに取り付けられた90分に1度全天を撮影する全天監視装置である

X線の増光現象を検出するとNova-Alert Systemによりアラートメールが送られる(Negoro et al. 2016)

MAXIで検出したフレアは、その星の最大規模の大きさのものばかり(図6)で、その減衰時間は1時間から1.5日と報告されている(Tsuboi et al. 2016)

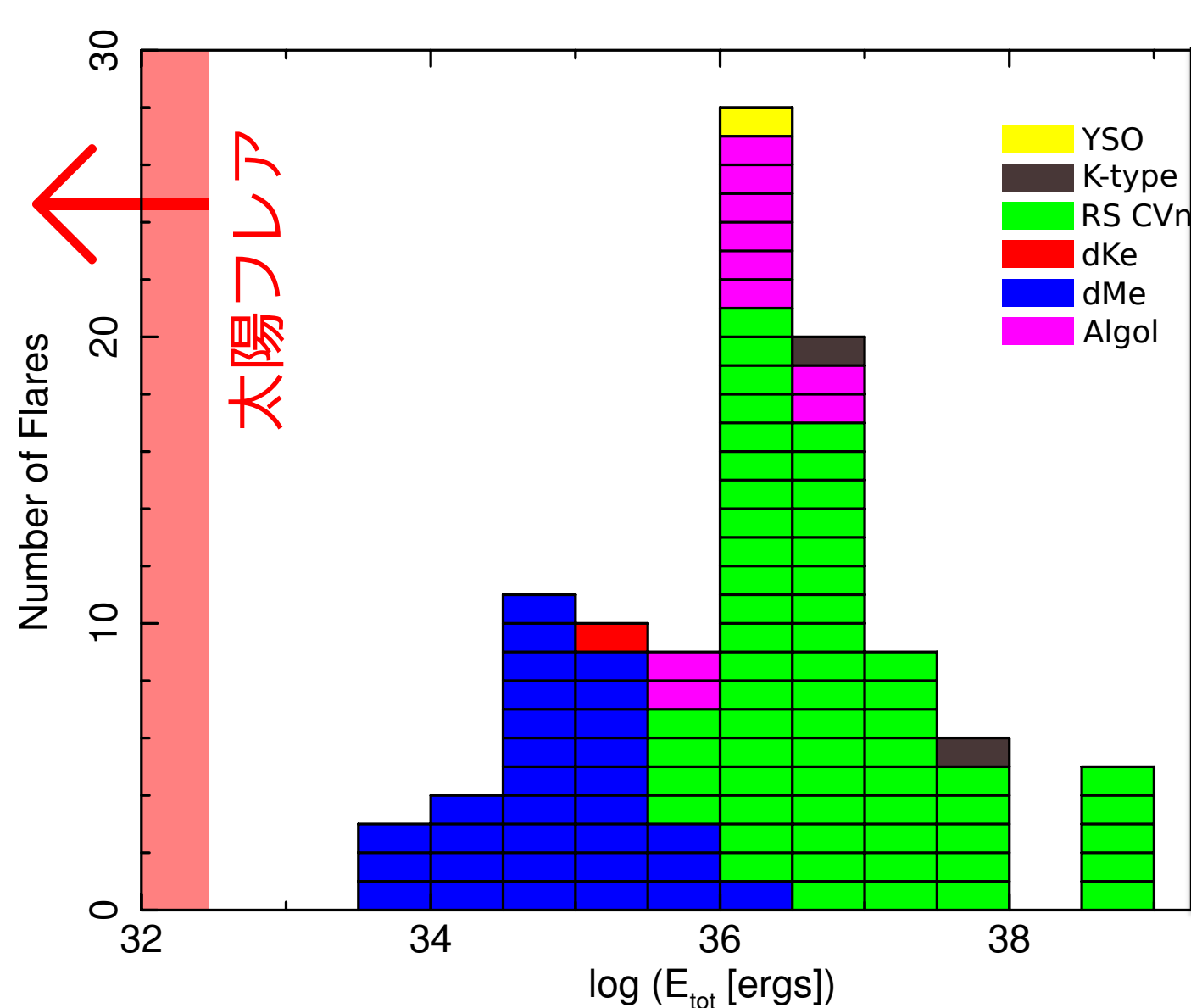


図6:MAXIで検出されたフレアエネルギーのヒストグラム

～追観測に向けて～

○目的

恒星フレアのX線と可視光の同時他波長観測を自動で行う即時追観測システムの構築

○手段

CATによる自動観測
+
MAXIによるX線フレア検出後の即時追観測システム

追観測にMAXIを用いる理由

追観測は、増光現象の減衰時間が長いほど増光を捉える可能性が高まる。そこで、減衰時間の長いフレアを検出するMAXIを用いた

○制約

いままでにMAXIでフレアが検出された天体は北天では最も暗くて13等

→限界等級より明るい

CATで観測可能！

～現段階の追観測システム～

追観測システム

・MAXIでX線増光を検出し、Nova-Alert System によりアラートメールが送られる

プログラムの部分

・アラートメールを受信すると、メールから増光天体名を抜き出す

・抜き出した天体名をsimbadで調べ、Ra,Decと等級を抜き出す

・調べたRa,Decから高度を計算し、天体が現在観測できる位置にあるか調べる(ない場合は出てくるまで待機or終了)

・雲センサ、雨センサを用い、現在の天候が観測できるか調べる(できない場合は5分後にもう一度調べるループを行う)

・Ra,Dec、露光時間、各フィルターの撮像枚数等を観測プランに書き込む

・一括制御ソフトに観測プランを読み込ませ観測開始！
(以上、約5分で行える)

読み込ませるプランの1例の抜粋

```
#repeat 3
#count 2,2,2
#filter B,V,R,I
#interval 40,20,10,10
#binning 1,1,1,1
HR1099 03:36:47.29 00:35:15.933
```

プラン繰り返し数
各フィルターで何枚撮るか
使用フィルター
各フィルターの露光時間
各フィルターのビニング数
名前・座標

～今後～

一括制御ソフトに読み込ませる観測プランで、天体情報から各バンドの露光時間を求める手段がまだ確立できていないので、様々な天体を観測して露光時間 vs 等級 の関数を見積もり、これを使用して露光時間を算出する予定である

実際に追観測を行い、X線と可視光での同時他波長観測を行いたい