

第24太陽活動期における太陽中性子の観測



名古屋大学宇宙地球環境研究所
松原豊

平成28年度共同利用研究成果発表研究会

平成28年12月9日

東京大学宇宙線研究所

太陽中性子を用いて知りたいこと

太陽表面での粒子の加速機構は？

加速の効率は？

(エネルギースペクトルのべき)

どのエネルギーまで加速されるのか？

陽子の加速と電子の加速は異なるのか？

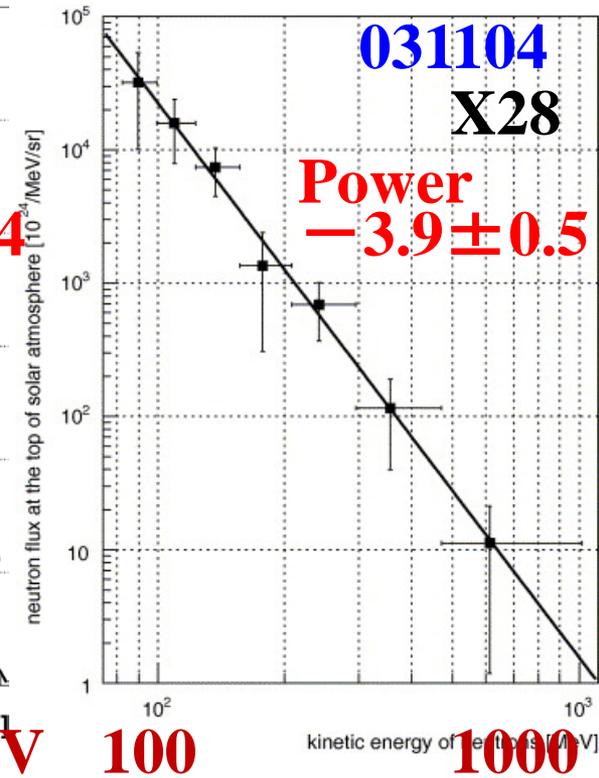
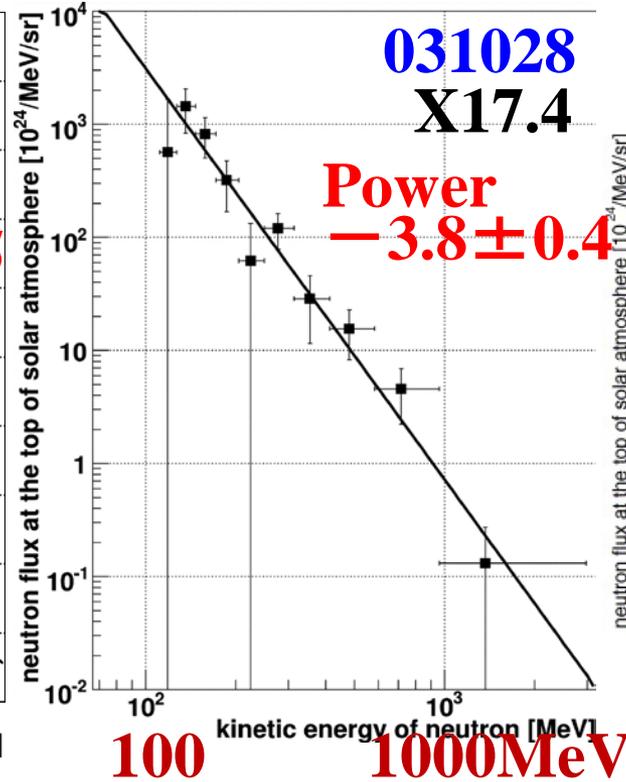
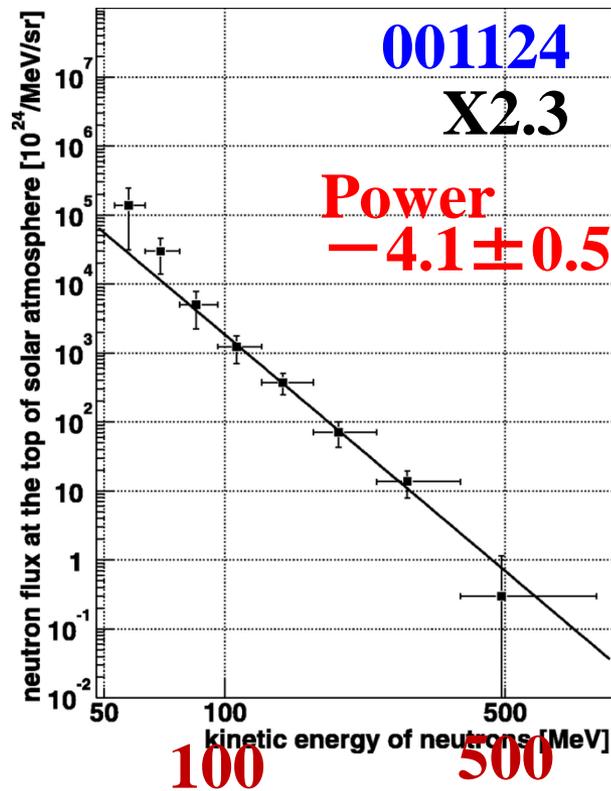
たとえば加速の継続時間は？

エネルギー分配は？

Example of the energy spectrum of solar neutrons

$10^{24}/\text{MeV}/\text{sr}$

Neutrons at the Sun

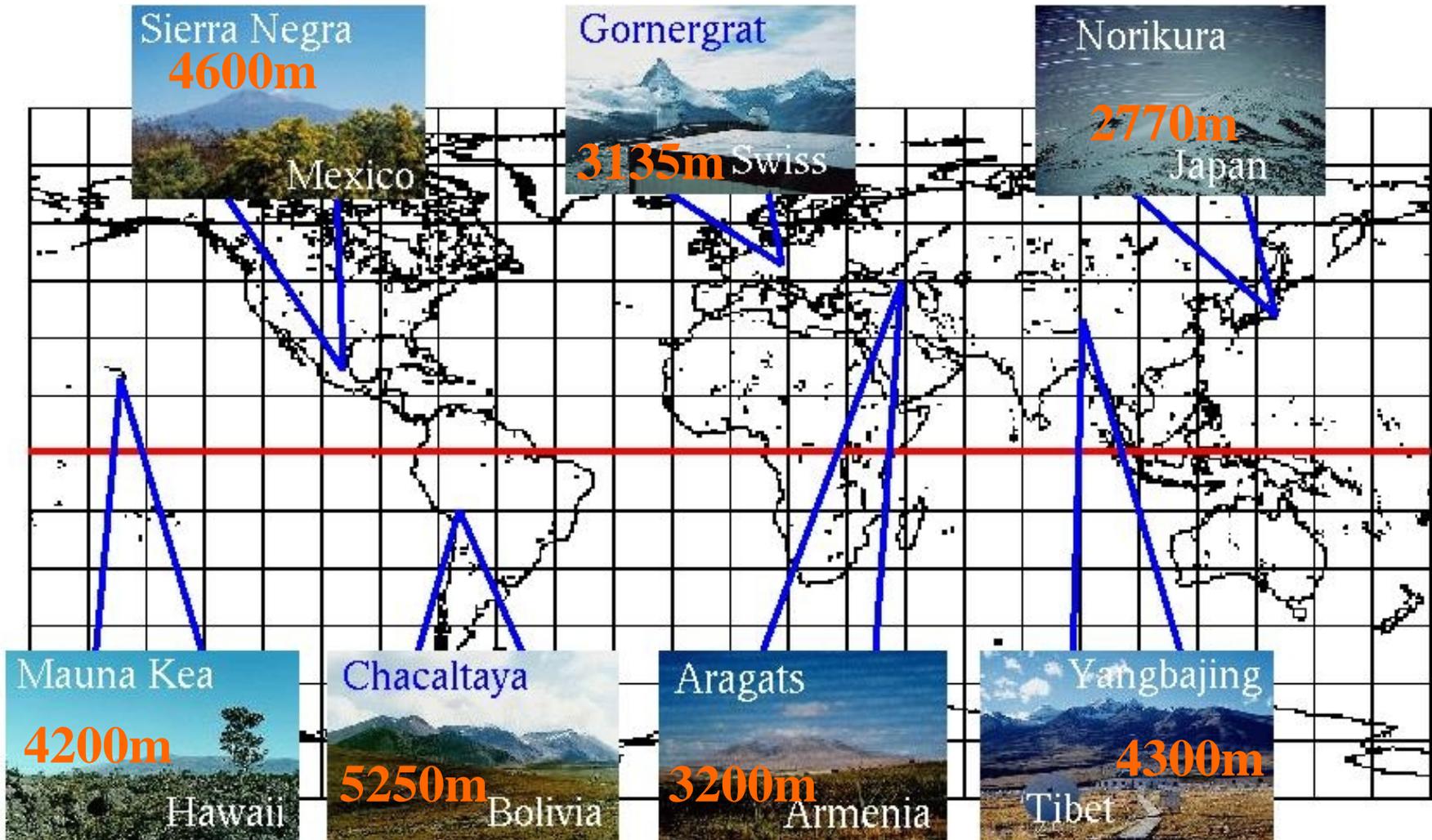


Data from neutron monitor

Assumption: Neutrons are produced at the same time as
electromagnetic radiations

figures from Watanabe et al.

World-wide network of solar neutron telescopes



24 hour observing

operated since November 2003

共同研究グループ

名古屋大学宇宙地球環境研究所

中部大学工学部

東京大学宇宙線研究所

日本原子力研究開発機構

横浜国立大学工学部

大阪市立大学

国立天文台

防衛大学地球海洋学科

Physikalisches Institut, University of Bern, Switzerland

Yerevan Physics Institute, Armenia

Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Science

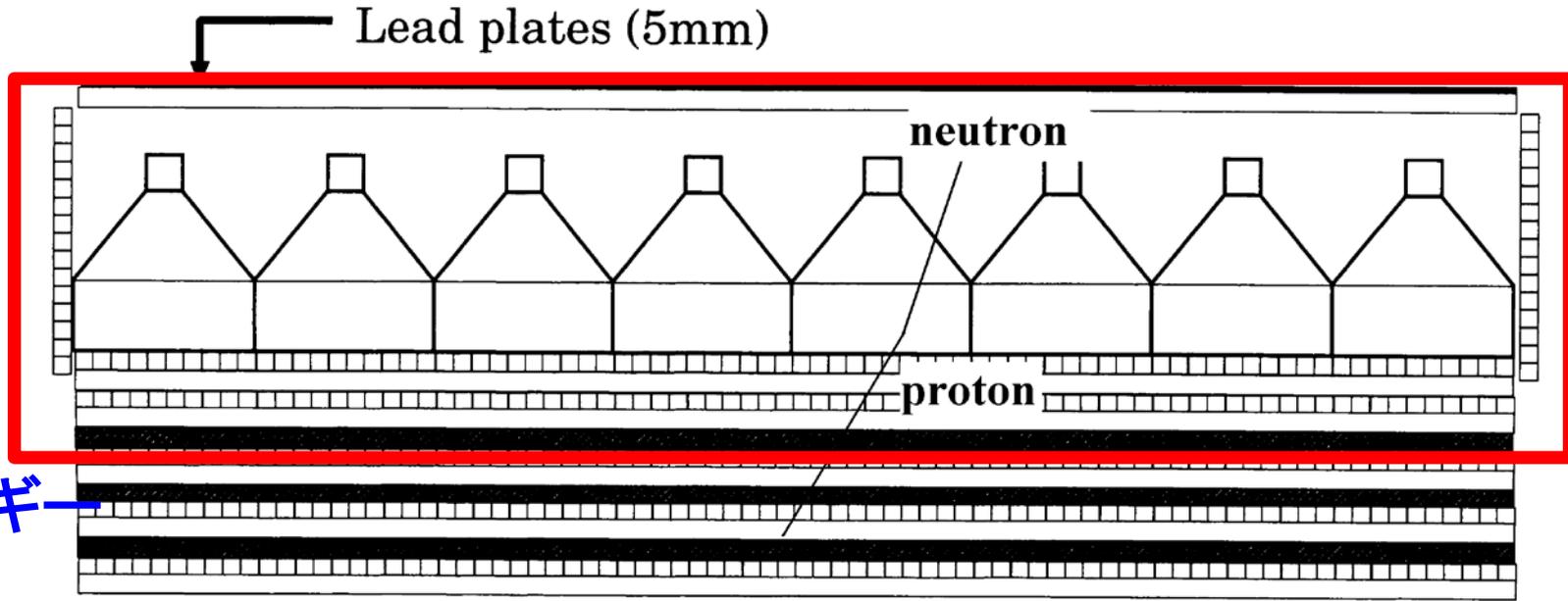
Instituto de Investigaciones Físicas, UMSA, Bolivia

Instituto de Geofísica, UNAM, Mexico

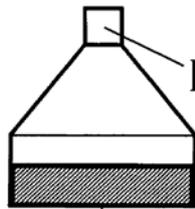
乗鞍太陽中性子望遠鏡

検出
方向

高エネルギー



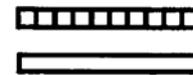
Scintillator box



Scintillator (20cm)



Wood (10cm)



Proportional counter
(front and side)

検出部・方向部に70Wの電力を自然エネルギーで供給

本共同研究課題の内容

乗鞍太陽中性子望遠鏡の保守と安定したエネルギー供給

認められた経費

旅費 60万円

経費の使用内訳

旅費

バッテリー充電、電源切り替え、検出器チェック
等に関する旅費

乗鞍観測所は、7月－9月に開所
(8月に10日の休み)

どうもありがとうございました！

乗鞍自然エネルギー 太陽 (+風)



冬期は、太陽光発電のみ(H27はこれで十分だった)。

夏期は、太陽光発電+風力(来年から)。

電力の半分は観測所のAC100Vから供給。

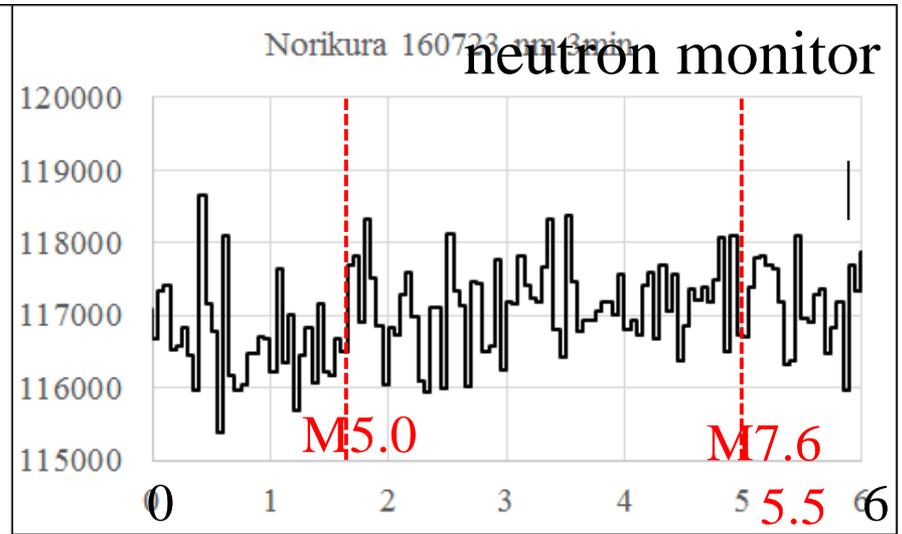
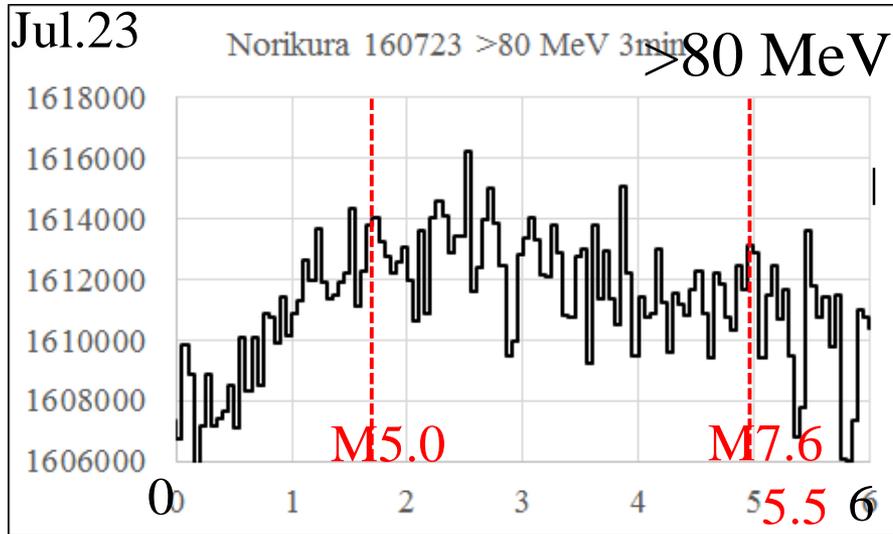
夏期の風力発電は、発電+充電を目的とする。

(冬は壊れる。太陽中性子の観点からも重要でない)

燃料電池の再検討。

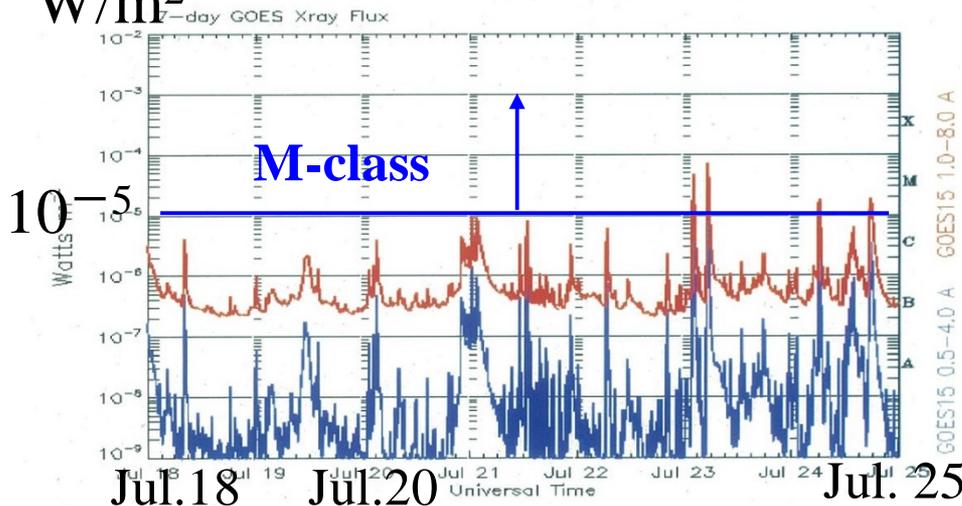
乗鞍64m²太陽中性子望遠鏡の稼働状況

平成28年7月23日の3分値



Time (UT)

W/m² GOES X線フラックス



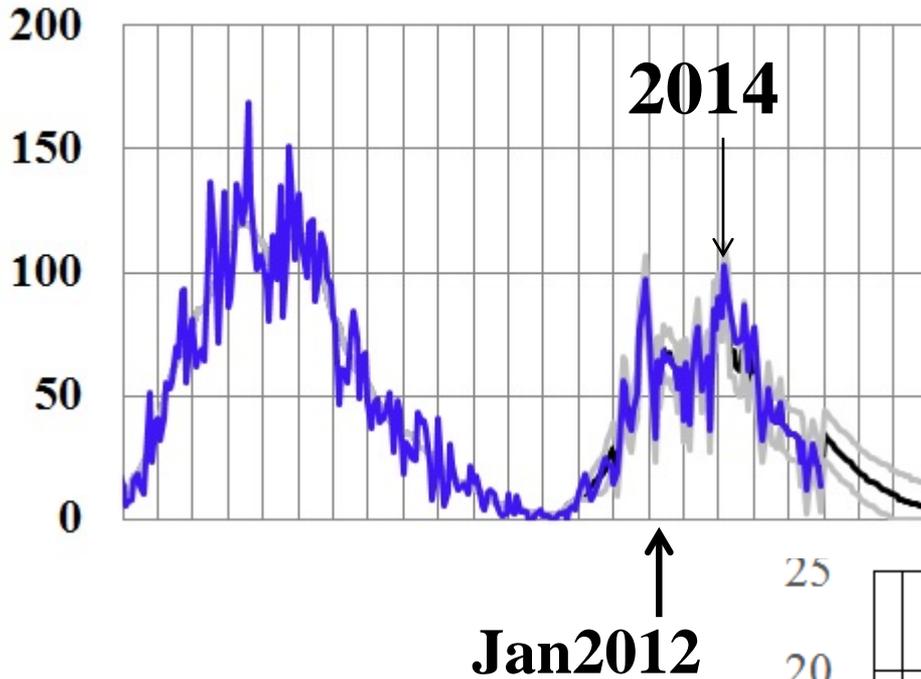
バッテリー電圧が11.6V未満にならない
ければデータ収集継続。
異なるエネルギーしきい値での
計数値を10秒ごとに記録。
中性子モニターを含む。

2016年の>Mクラスフレアは16回。

太陽活動は極大を過ぎた

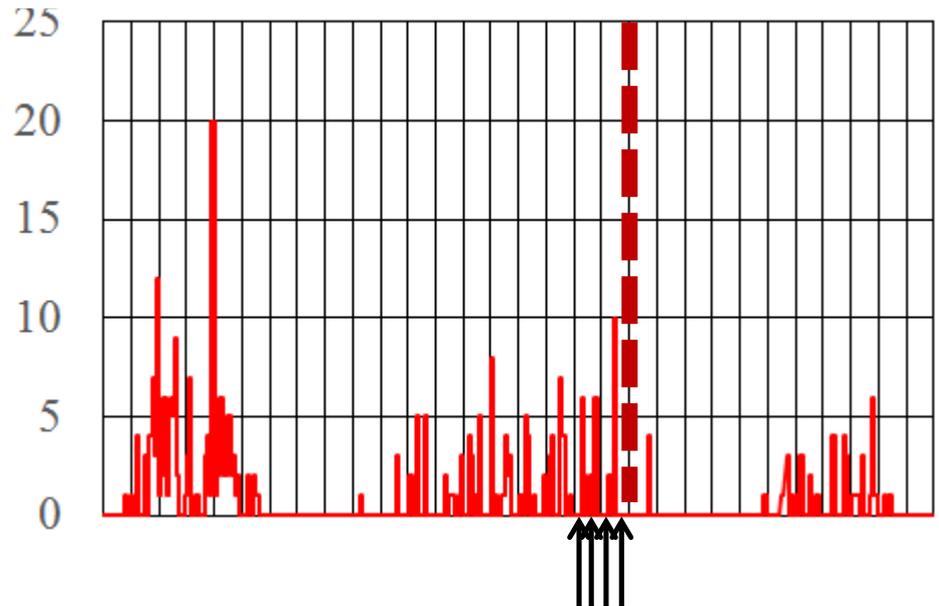
ISES Solar Cycle Sunspot Number Progression

Monthly Sunspot Number



← 黒点数では
2014年2月が極大

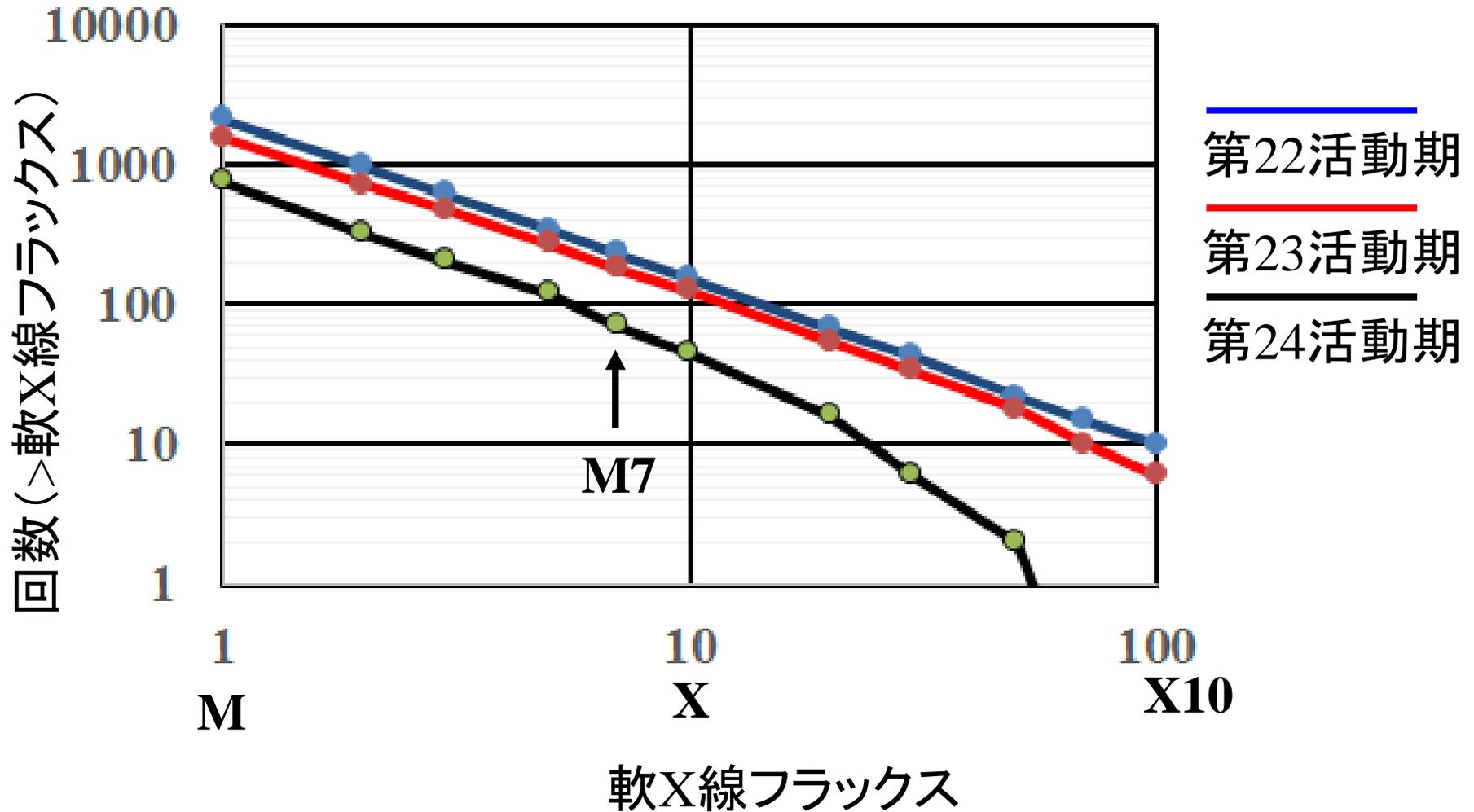
Monthly X-class flares
for 30 years



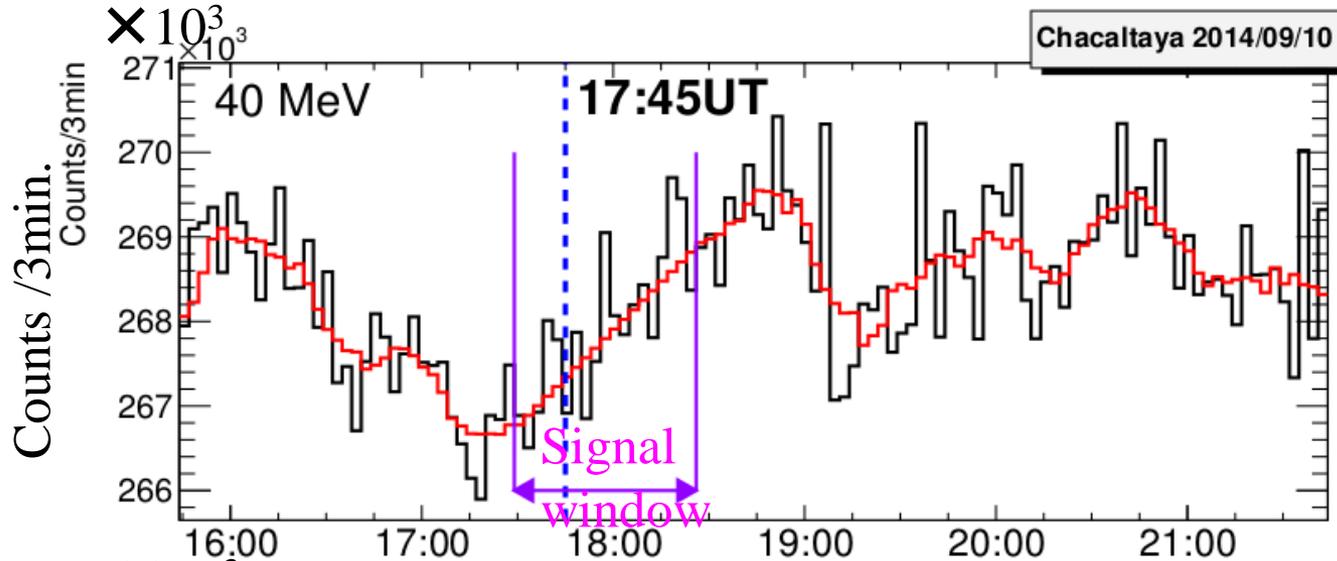
Xクラスフレアは
時々発生している →
矢印は太陽中性子
イベント(after 2002)

第24太陽活動期は極小期？

< 太陽フレアの規模の積分分布 >

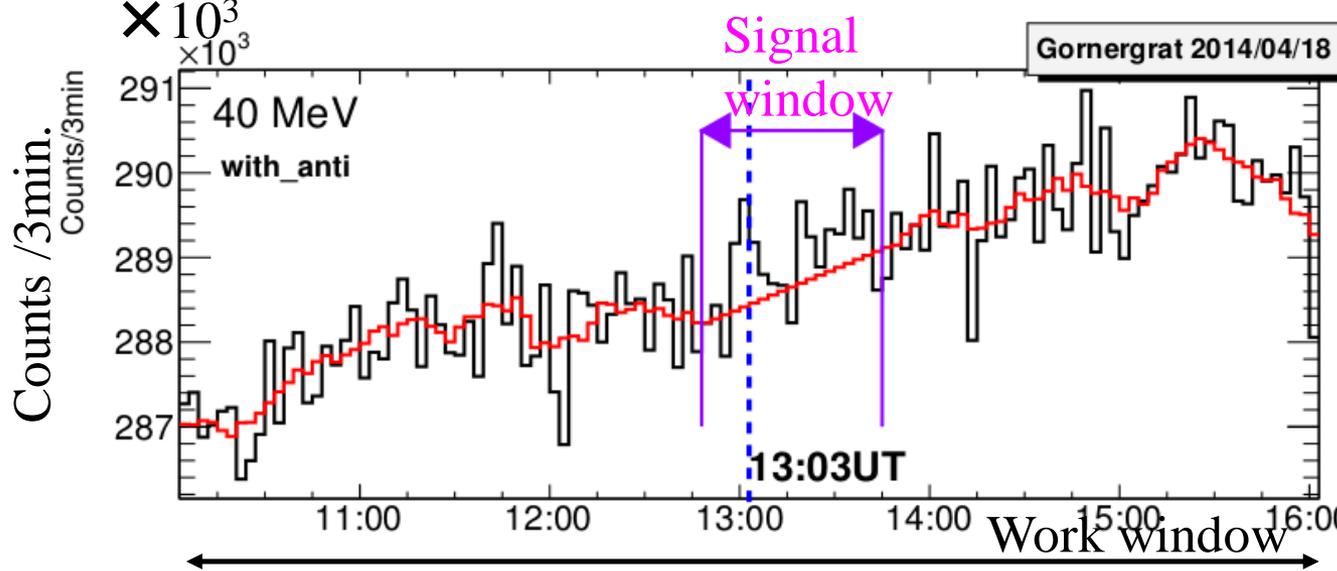


軟X線と同時に生成された太陽中性子の探索



Chacaltaya 2014/09/10

September 10, 2014
X1.6
Chacaltaya > 40 MeV
(570 g cm⁻²)

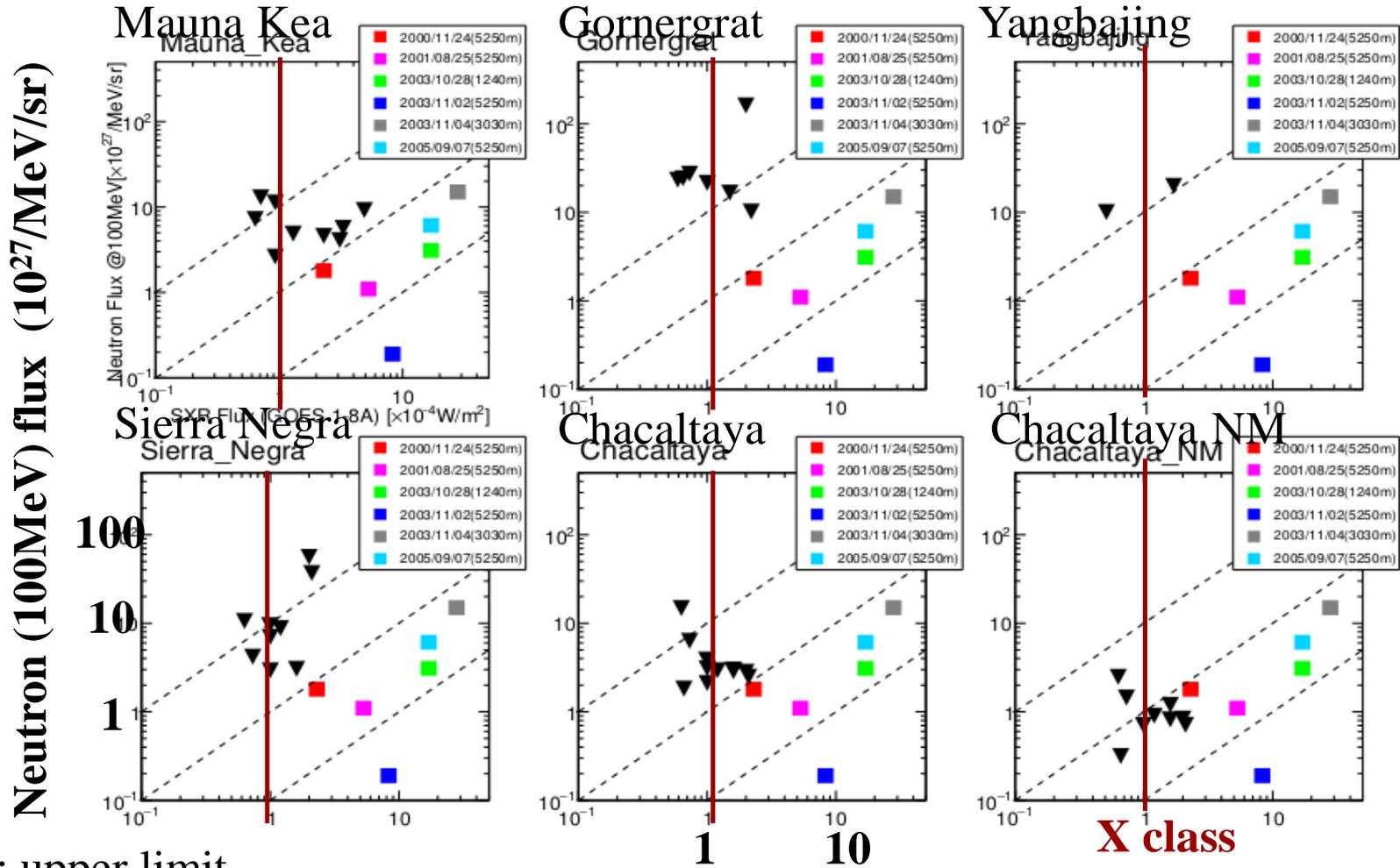


Gornergrat 2014/04/18

April 18, 2014
M7.3
Gornergrat > 40 MeV
(794 g cm⁻²)
Lopez, D. et al.
Astroparticle Physics
76, 2016

← histogram: measured counts
red line: background estimated by the running average →

The upper limit versus soft X-ray flux



▼: upper limit,

□: flux

Soft X-ray flux (10^{-4} watts/m²)

太陽フレアで中性子の得るエネルギーは
軟X線の得る全エネルギーの 0.1 % を超えない。

まとめ

本研究は、第24太陽活動期における太陽中性子観測拠点である乗鞍太陽中性子望遠鏡を維持するものである。

平成28年度は、60万円査定していただきました。おかげさまで、データ収集を継続できています。

太陽活動は、2014年に極大を迎えたが乗鞍での太陽中性子の観測は継続する。

来年度もよろしくお願ひします！

平成28年7月23日のM5、
M7.6フレアに伴う太陽中性子は
検出されなかった。



メキシコ・シエラネグラ (4,600m)で2013年9月より運転



April , 2013



シンチレータバー 14,848
(各1.3cm×2.5cm×300 cm)

全体積 3m×3m×1.7m

輻射長 43 g/cm²

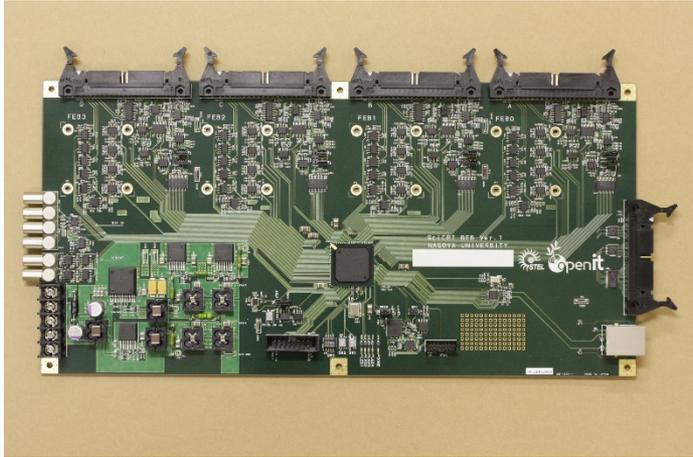
・ 8XYを1ブロックとする8ブロック

SciCRT (SciBar Cosmic Ray Telescope)

中性子8分の3とミューオンが稼働中

September , 2013

現在は8分の1で高速データ収集を実現



SiTCPに対応したバックエンドボード (BEB)



シラネグラでケーブルをつなぎ、
運転開始直前の様子。



BEB4枚と電源からなるユニット

VMEではなくてSiTCPプロトコルを使用。
Open-It (Open Source Consortium of
Instrument) のプロジェクトとして認めら
れて進行中。

[main contribution by Y. Sasai](#)