

# 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27年度共同利用研究成果発表研究会  
平成27年12月18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？

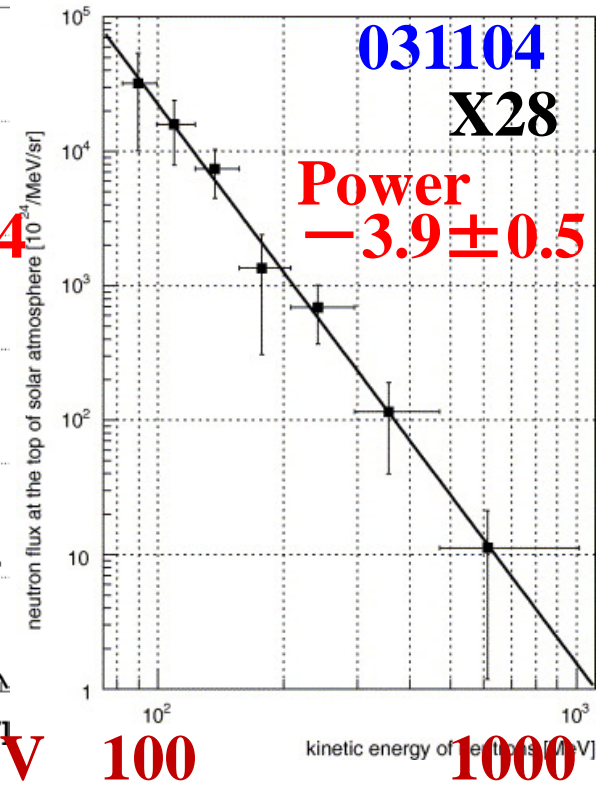
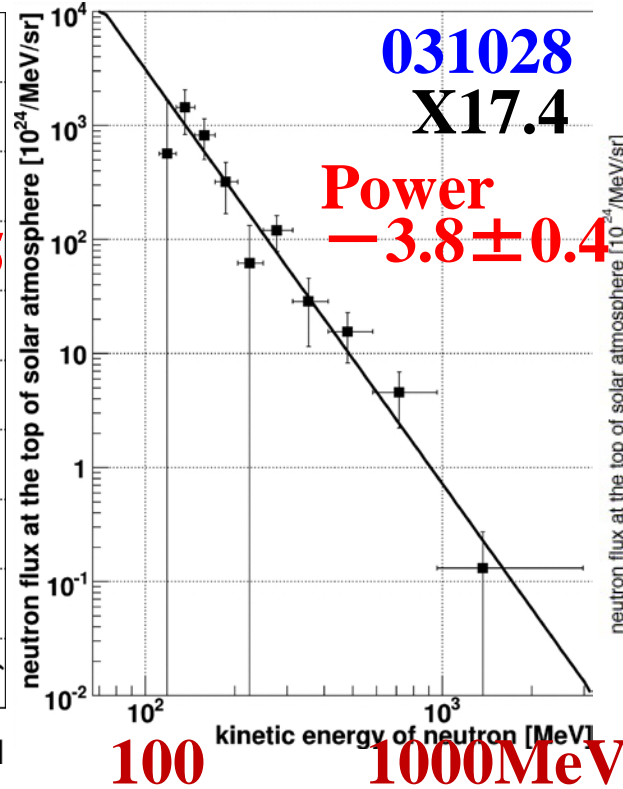
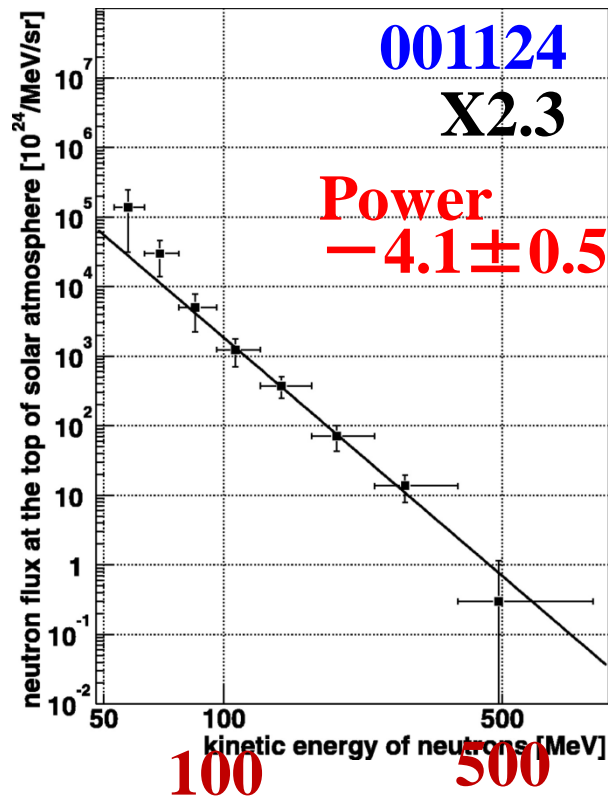
たとえば加速の継続時間は？

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

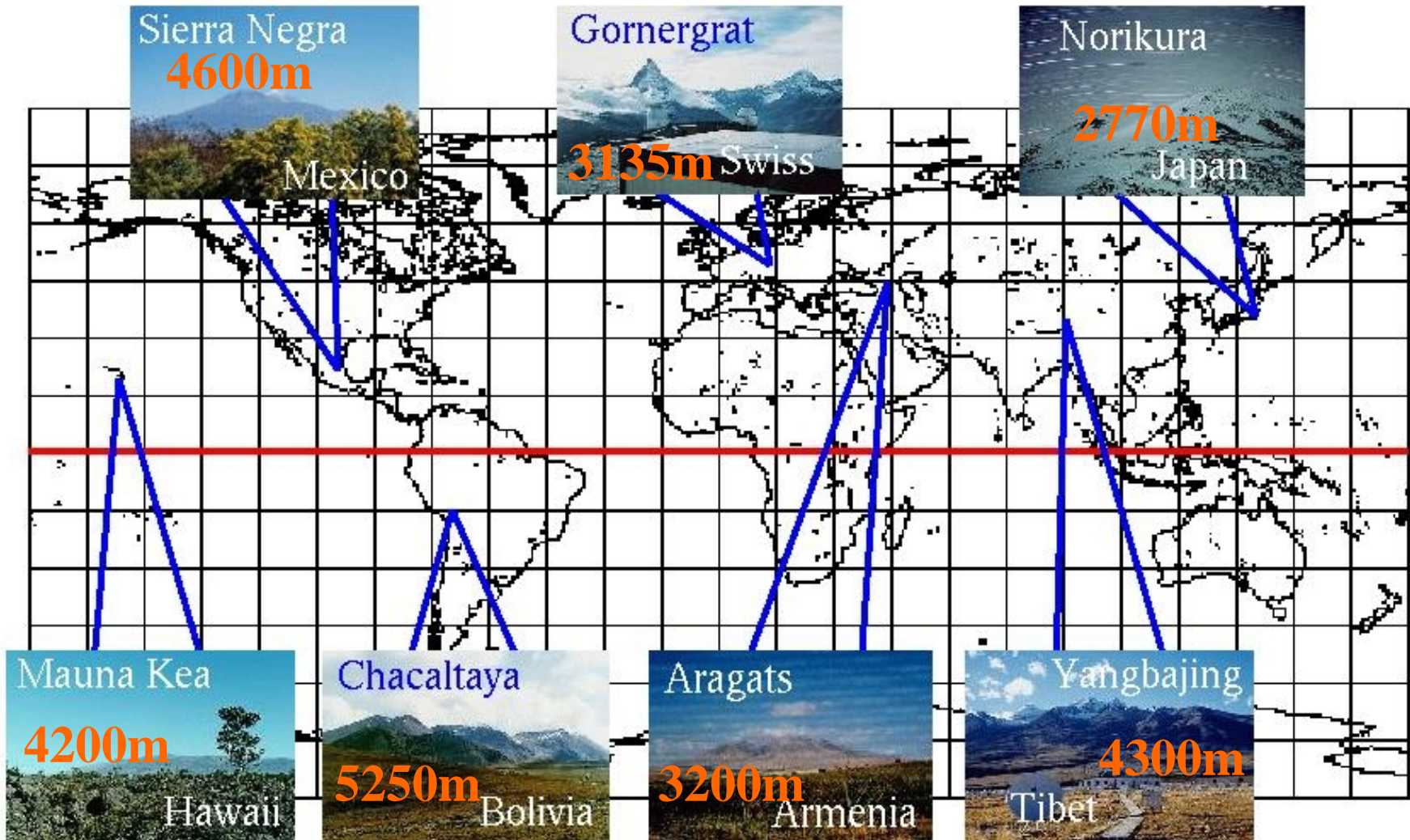


Data from neutron monitor

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

東京工業大学理学部

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**

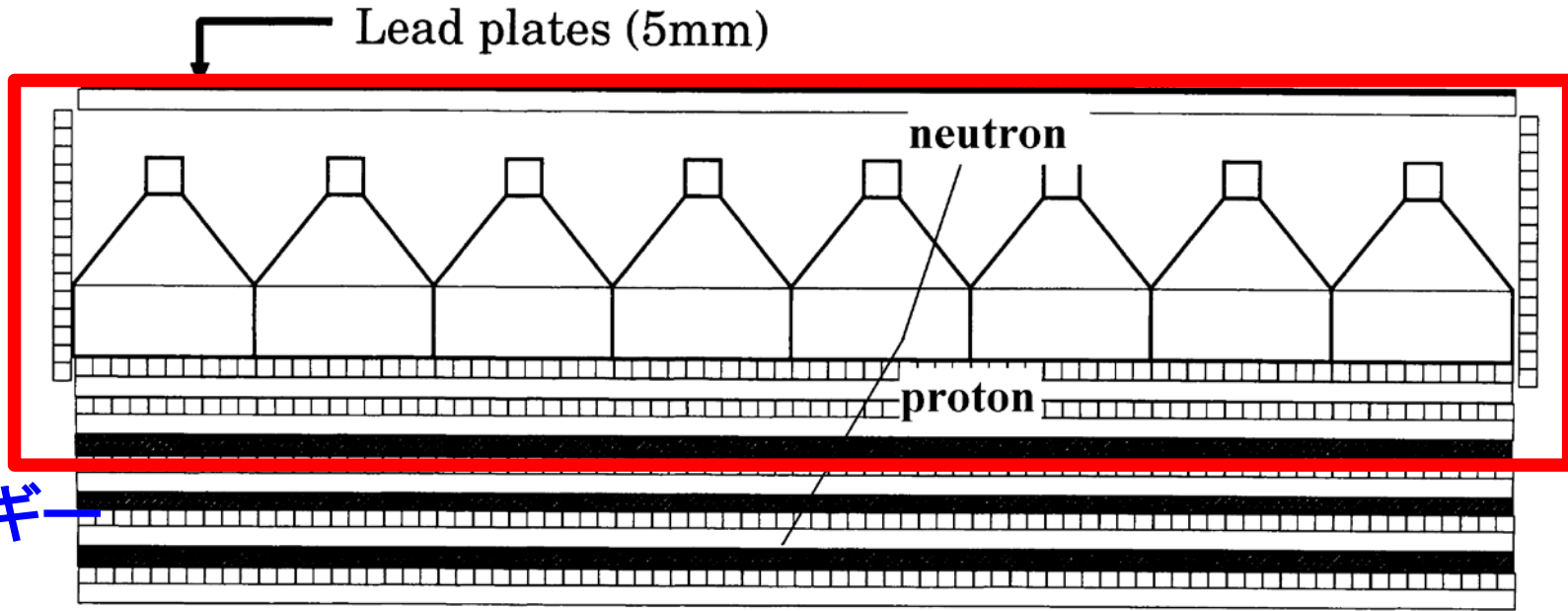
**Instituto de Investigaciones Físicas, UMSA, Bolivia**

**Instituto de Geofísica, UNAM, Mexico**

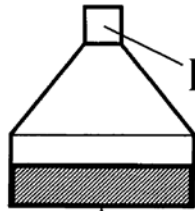
# 乗鞍太陽中性子望遠鏡

検出  
方向

高エネルギー



Scintillator box

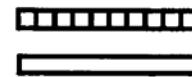


photomultiplier

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。

風力発電機も購入しました。

乗鞍観測所は、7月－9月に開所

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）



7-9月の大事な時期に、  
データ収集できず。

CAMAC筐体への電源供給用ケーブル  
のプラグと筐体側受け口の接触不良。

（11年間問題なかったが...  
プラグ側ケーブルの重み？）

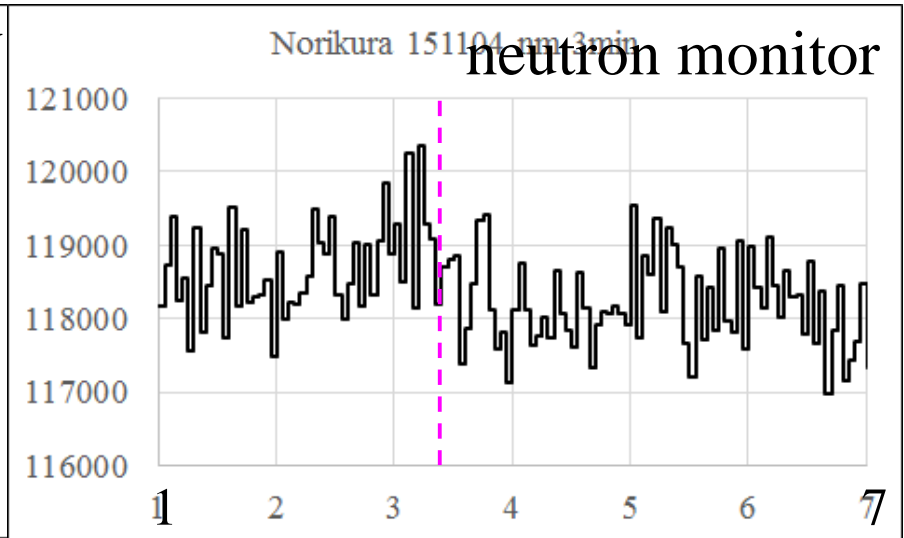
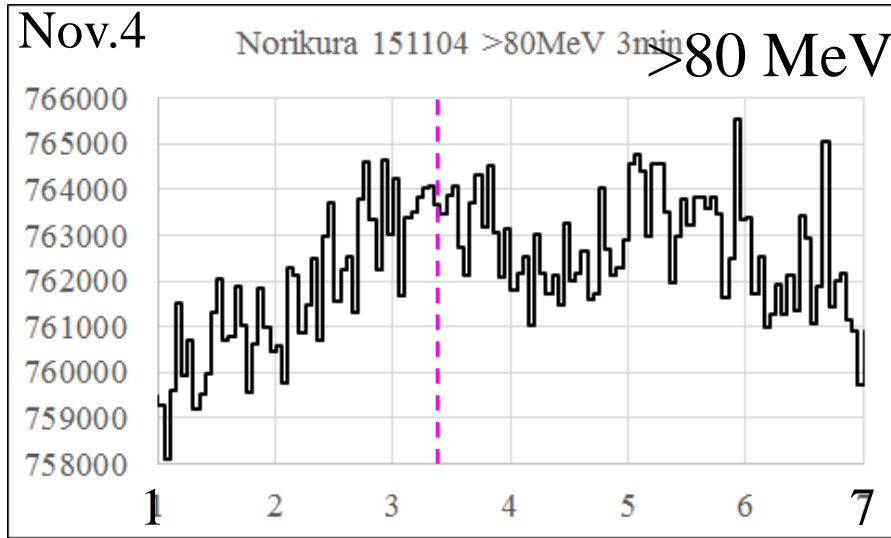
風力発電は設置せず。





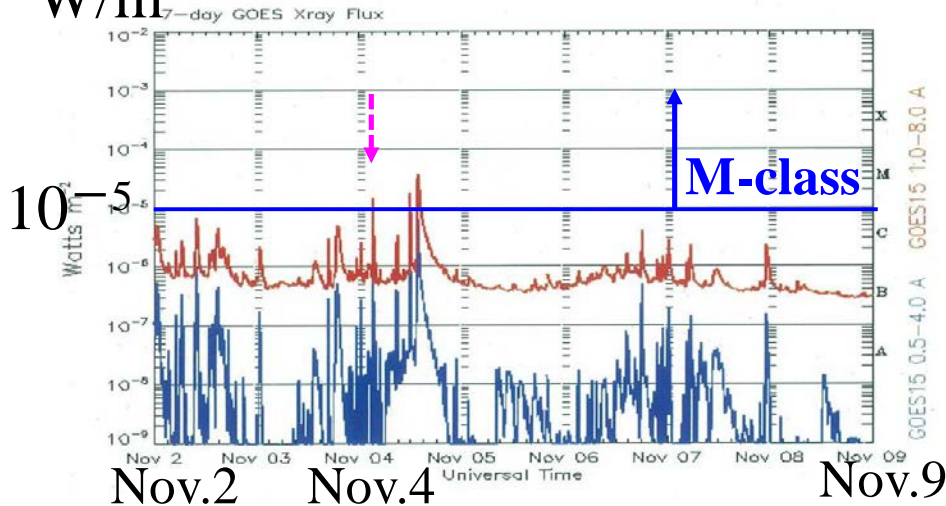
# 乗鞍64m<sup>2</sup>太陽中性子望遠鏡の稼働状況

## 平成27年11月4日の3分値



Time (UT)

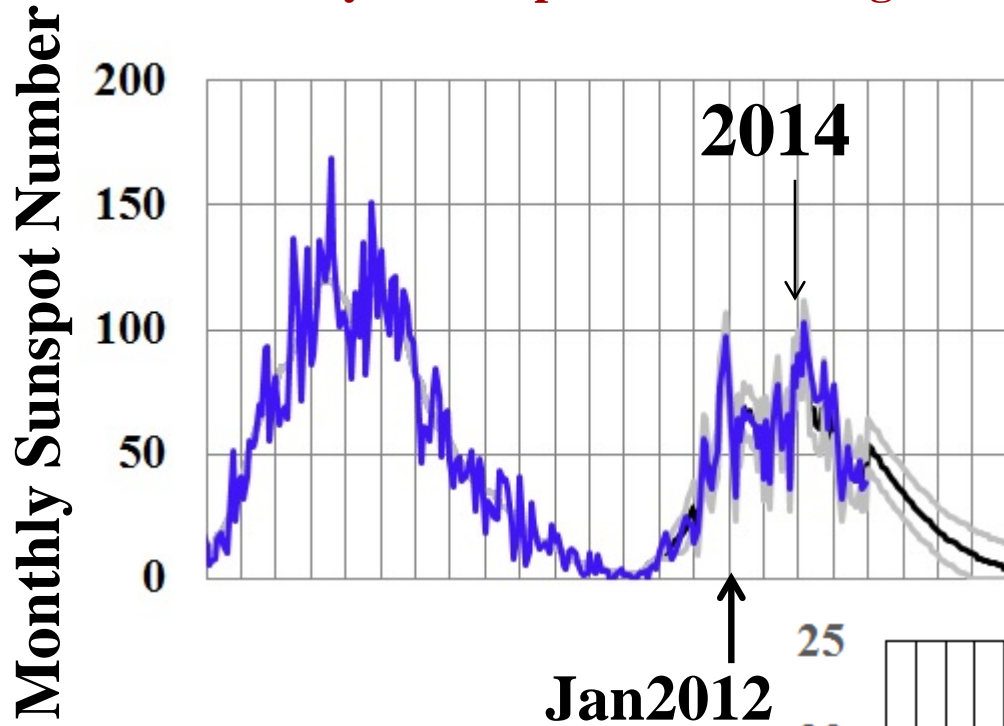
W/m<sup>2</sup> GOES X線フラックス



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  
計数值を10秒ごとに記録。  
中性子モニターを含む。

# 太陽活動は極大を過ぎた

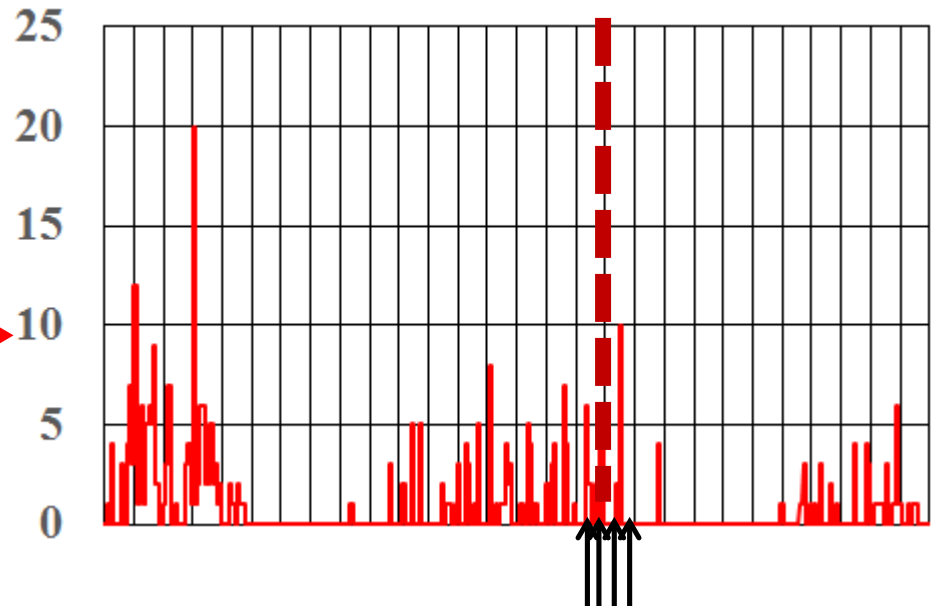
ISES Solar Cycle Sunspot Number Progression



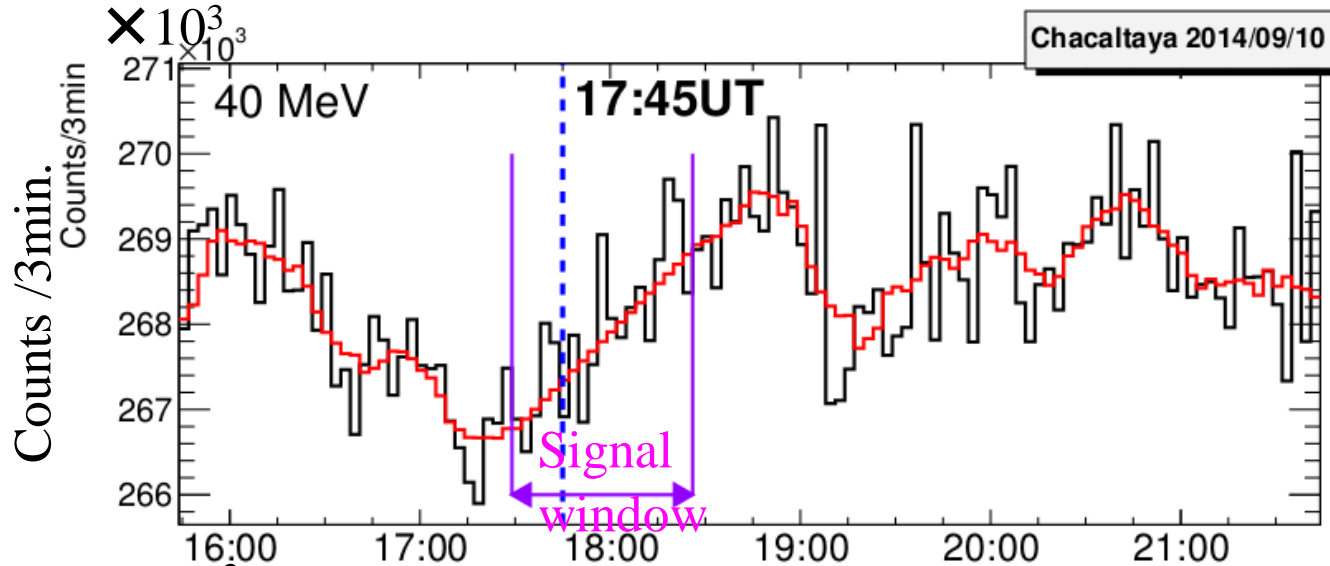
← 黒点数では  
2014年2月が極大

Monthly X-class flares  
for 28 years

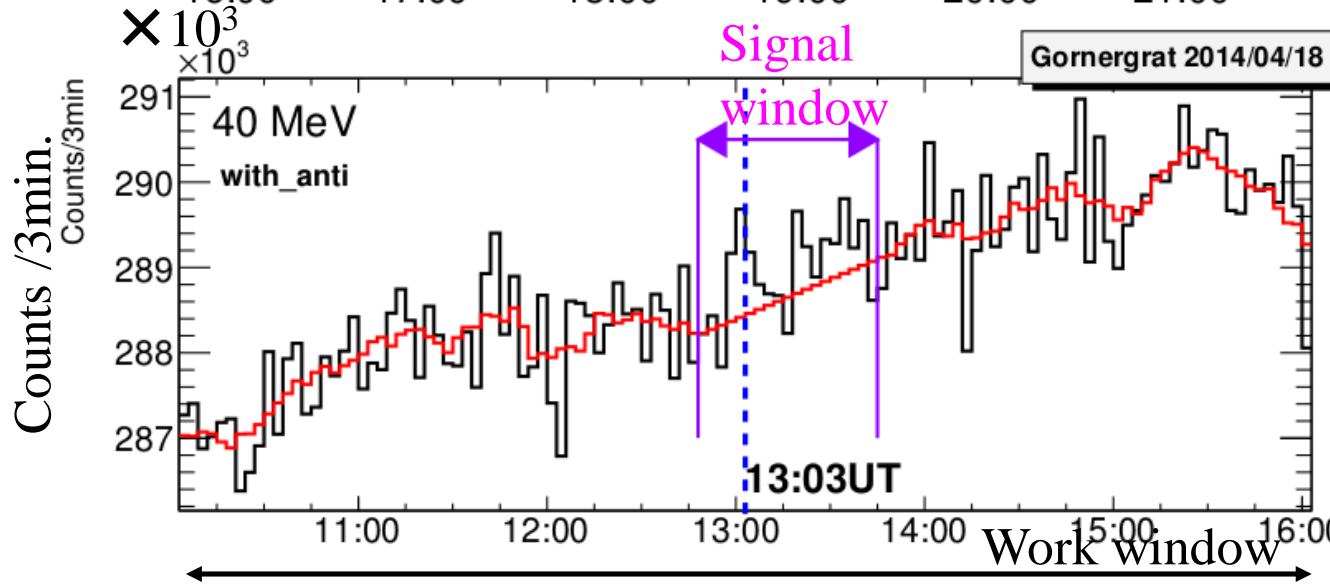
Xクラスの花は  
時々発生している →  
矢印は太陽中性子  
イベント(after 2002)



# 軟X線と同時に生成された太陽中性子の探索



September 10, 2014  
 X1.6  
 Chacaltaya > 40 MeV  
 ( $570 \text{ g cm}^{-2}$ )

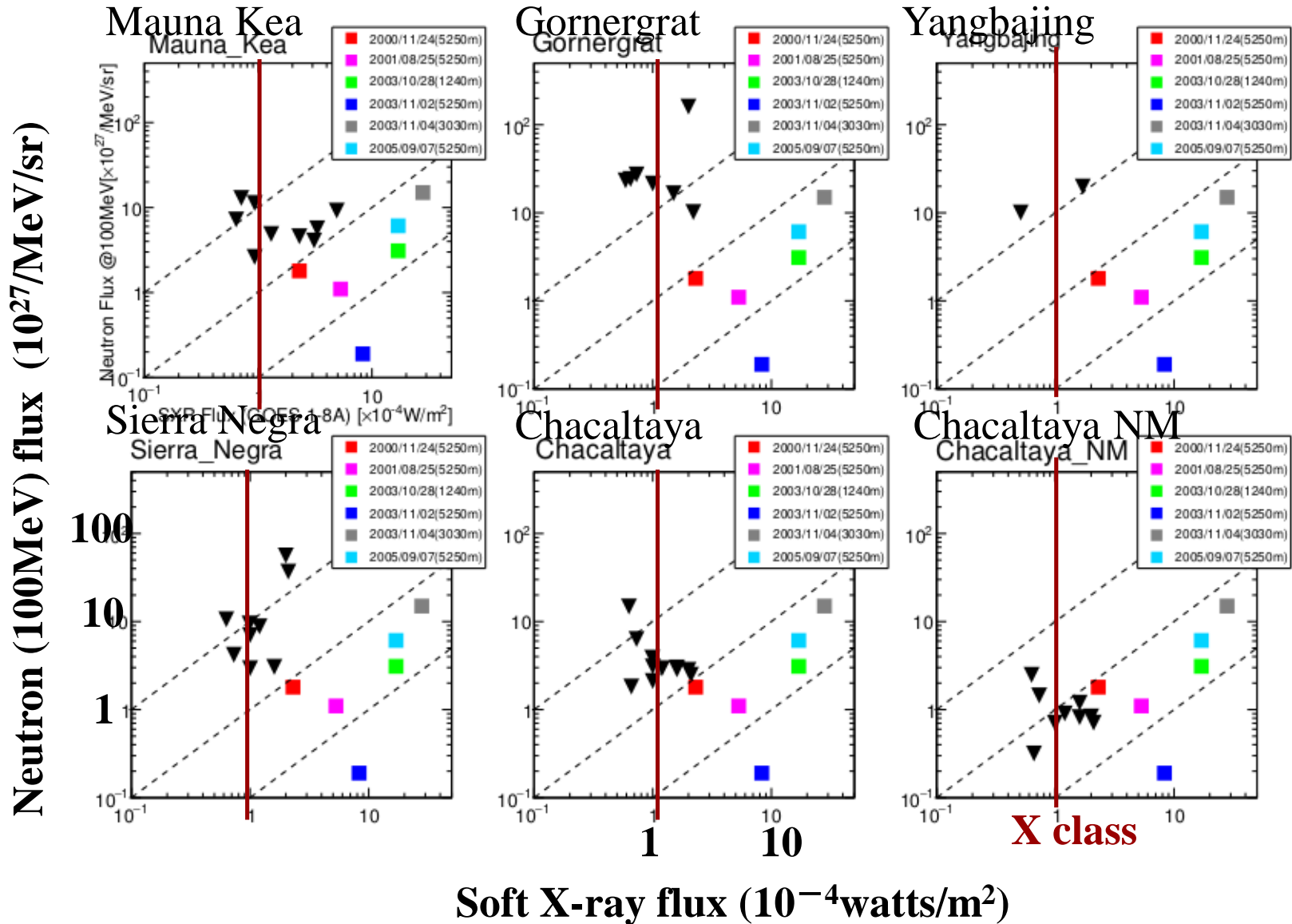


April 18, 2014  
 M7.3  
 Gornergrat > 40 MeV  
 ( $794 \text{ g cm}^{-2}$ )  
 work by D. Lopez  
 (will appear in  
 Astroparticle Physics)

histogram: measured counts

red line: background estimated by the running average

# The upper limit versus soft X-ray flux



triangle: upper limit, square: flux for detections in solar cycle 23

# 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27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太陽中性子イベントはこれからも期待！

**来年度もよろしくお願いします！**

第24太陽活動期で太陽中性子イベントは得られていないが、軟X線で大きなフレアの解析は継続中。



# 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/cm<sup>2</sup>

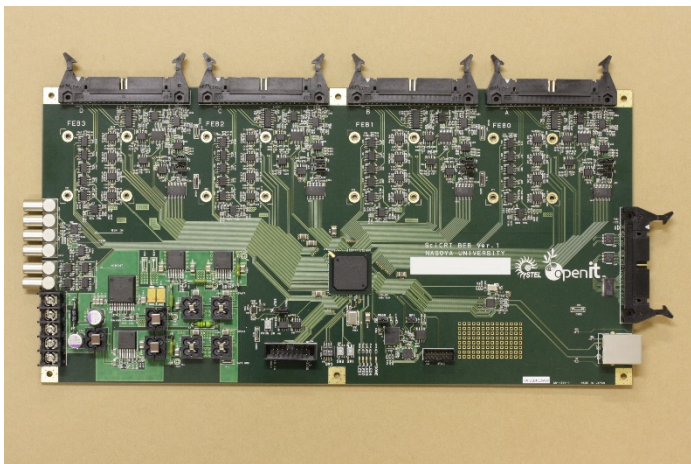
・8XYを1ブロックとする8ブロック

**SciCRT (SciBar Cosmic Ray Telescope)**

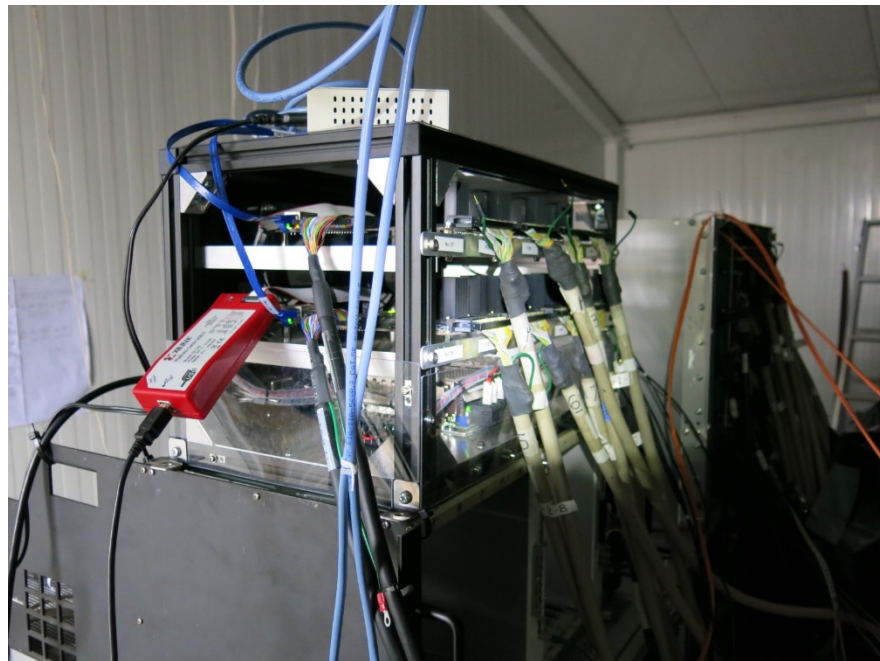
中性子8分の3とミューオンが稼働中

September , 2013

# 今年度は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](#)

