

# 第24太陽活動期における太陽中性子の観測

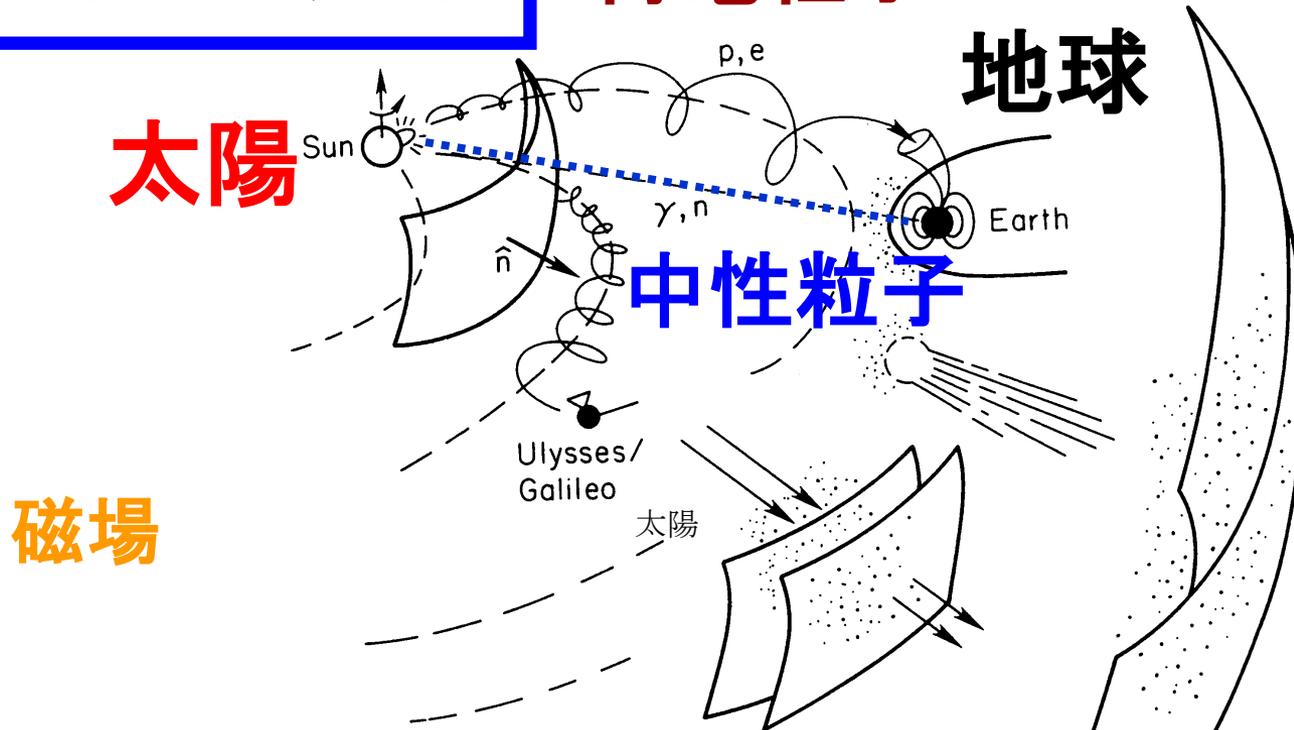


名古屋大学太陽地球環境研究所  
松原豊

平成25年度共同利用研究成果発表研究会  
平成25年12月21日  
東京大学宇宙線研究所

# 太陽中性子観測

荷電粒子



M. A. Lee 1991

Heliospheric Particle Production

太陽から直進してくる中性子を用いて  
太陽表面での粒子加速を研究する

# 太陽中性子を用いて知りたいこと

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？

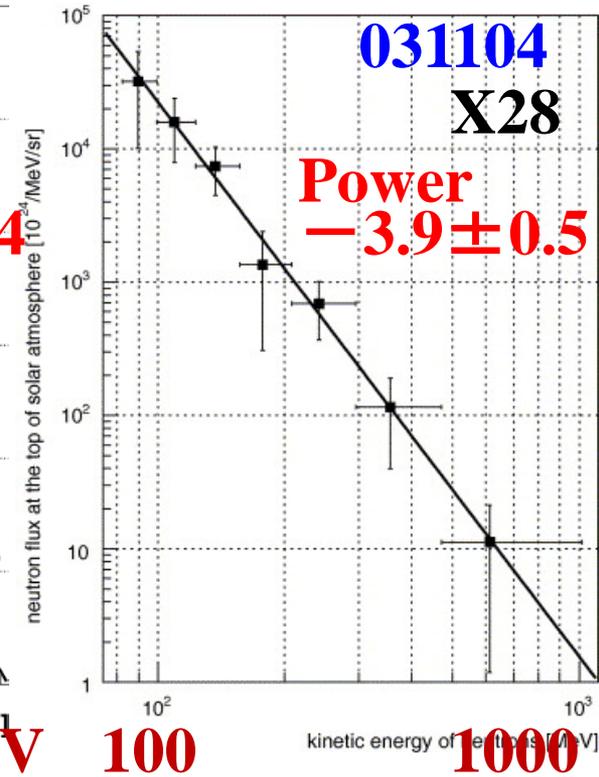
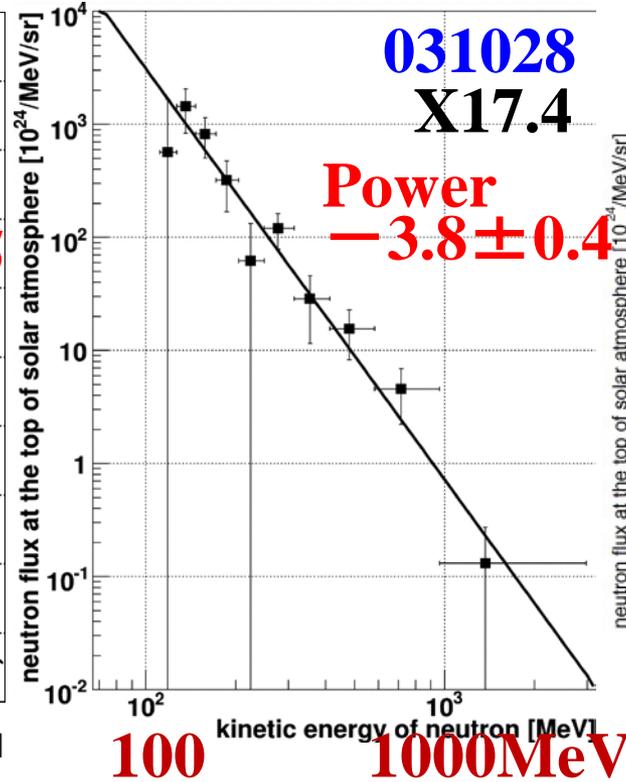
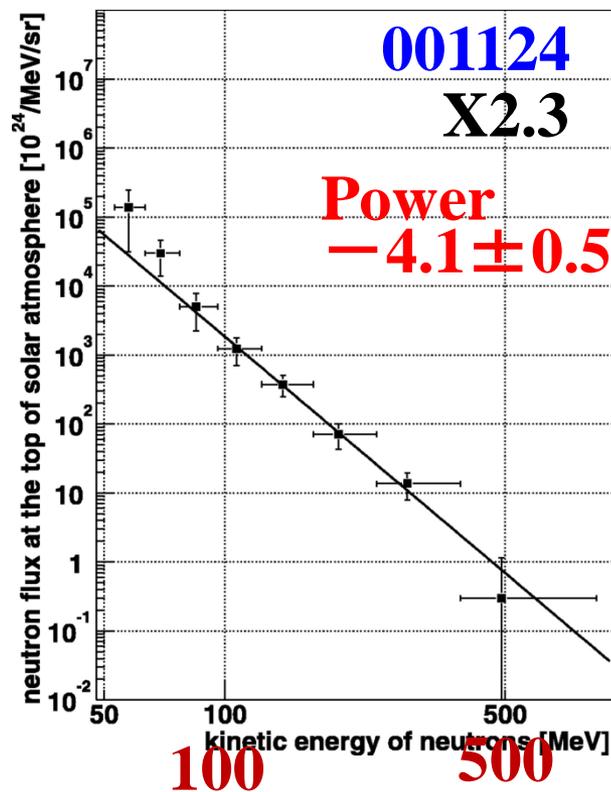
太陽表面での粒子の加速機構は？  
加速の効率は？  
どのエネルギーまで加速されるのか？

太陽中性子が生成される場所と太陽磁場の  
相関はあるのか？

# Example of the energy spectrum of solar neutrons

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

Neutrons at the Sun

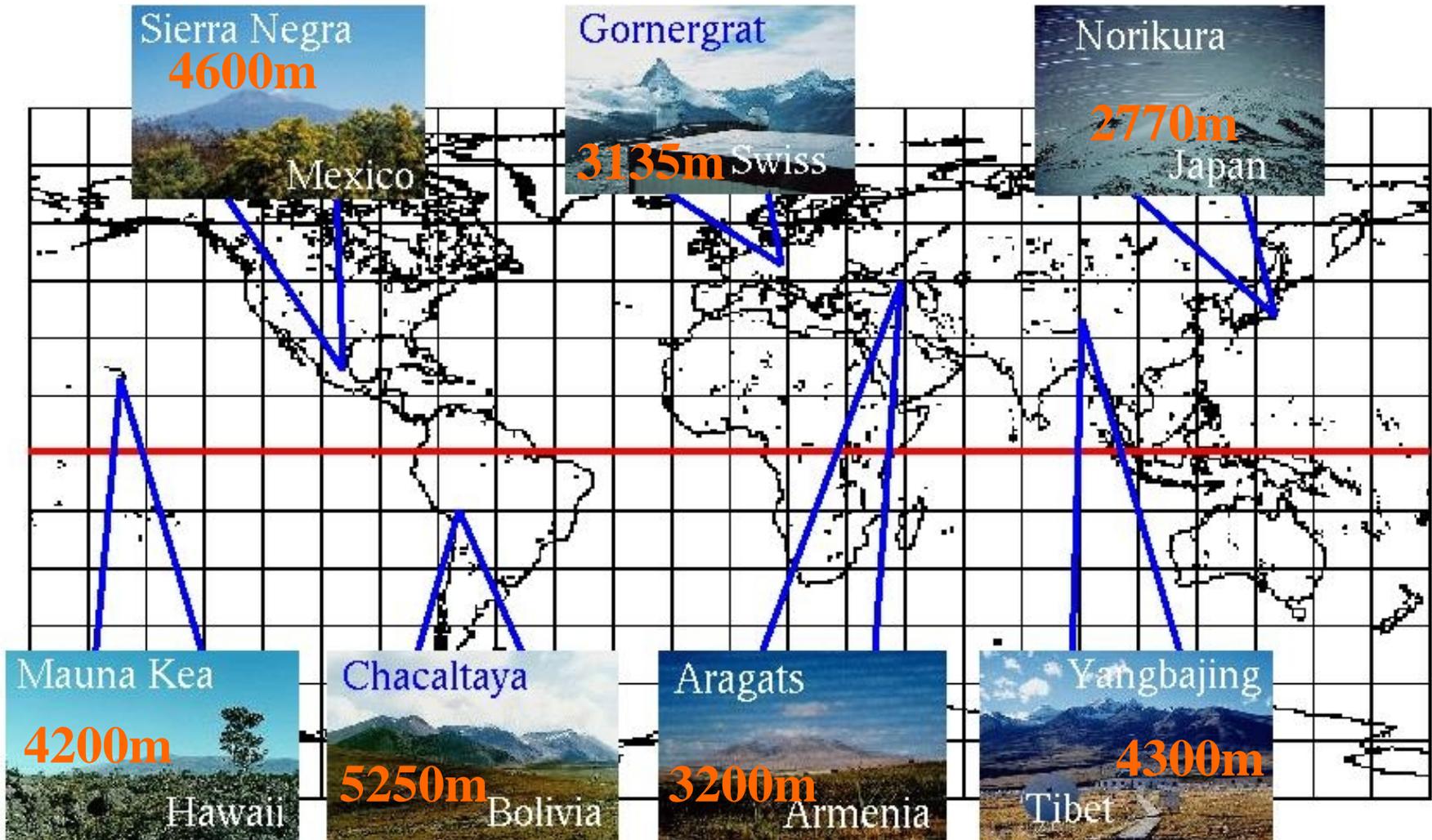


Data from neutron monitor

Assumption: Neutrons are produced at the same time as  
gamma rays

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

名古屋大学太陽地球環境研究所

甲南大学理工学部

日大生産工学部

中部大学工学部

東京大学宇宙線研究所

理研

横浜国立大学工学部

東京工業大学理学部

国立天文台

宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部

**Physikalisches Institut, University of Bern, Switzerland**

**Yerevan Physics Institute, Armenia**

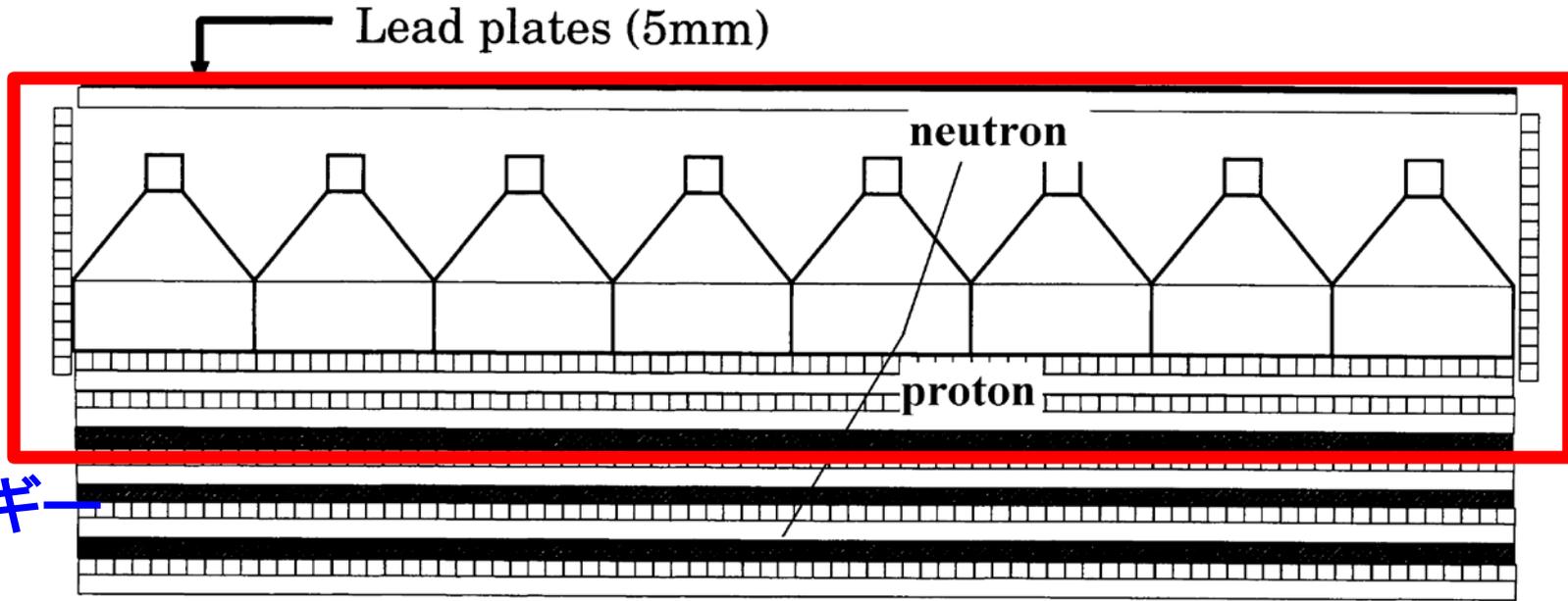
**Institute of High Energy Physics, Chinese Academy of Science**

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

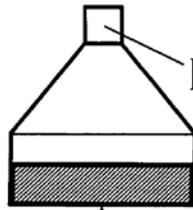
**Instituto de Geofísica, UNAM, Mexico**

# 乗鞍太陽中性子望遠鏡

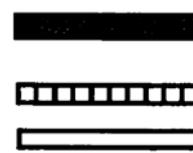
検出  
方向  
高エネルギー



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

乗鞍の太陽中性子望遠鏡の保守と風力発電の安定化

## 認められた経費

研究費 26.9万円

旅費 40万円

## 経費の使用内訳

研究費

バッテリーチャージャー

旅費

バッテリー充電、電源切り替え、検出器チェック

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

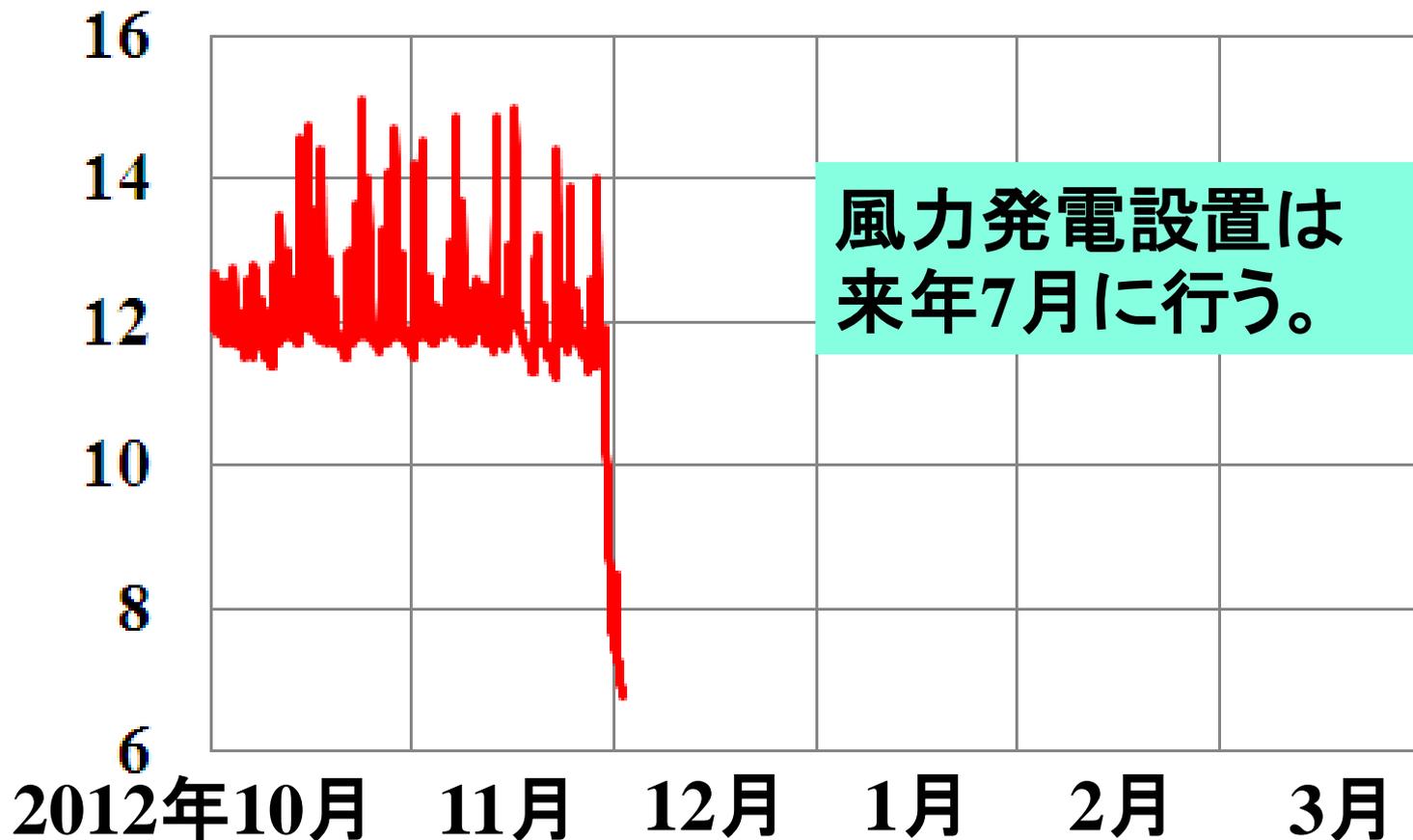


昨年11月16日



今年3月22日

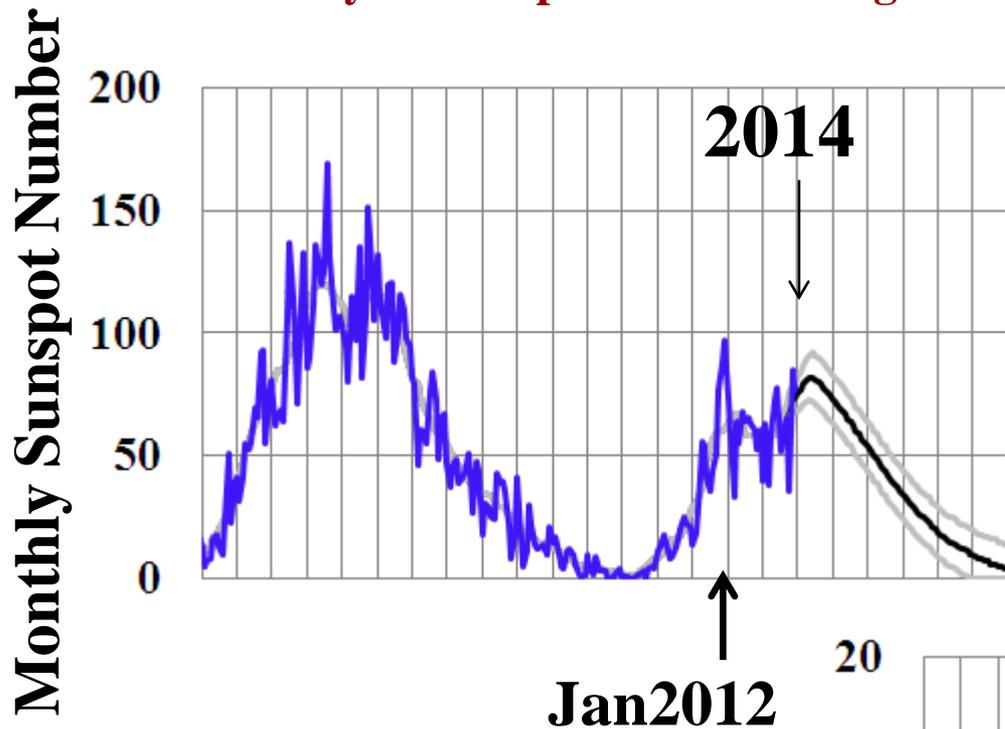
# バッテリー電圧 (V/h)の変動



バッテリー電圧の急降下の原因は不明。  
今年7月に全22バッテリーを充電して回復。

# 太陽活動の極大は2014年？

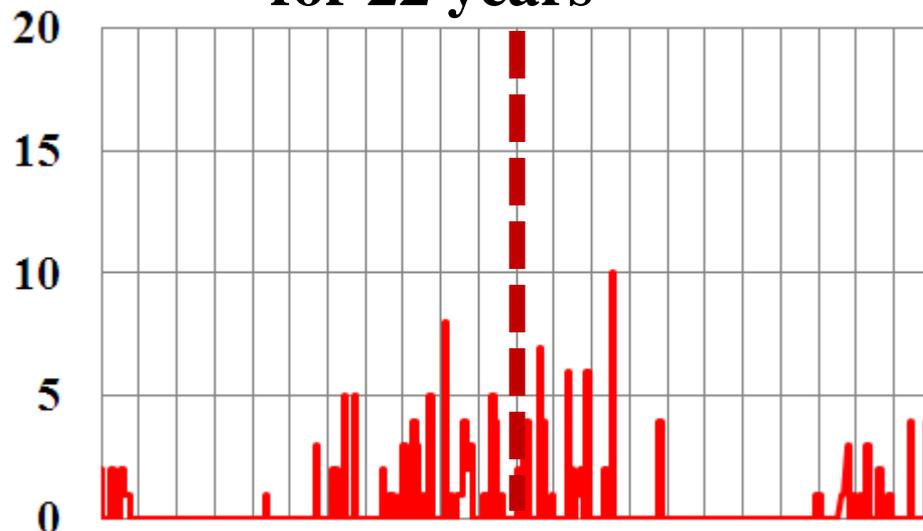
ISES Solar Cycle Sunspot Number Progression



← 黒点数では  
そろそろ極大

Monthly X-class flares  
for 22 years

Xクラスのフレアも  
小さいながら発生  
している。 →



# 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25年度は、66.9万円査定していただき、検出器の維持ができた。

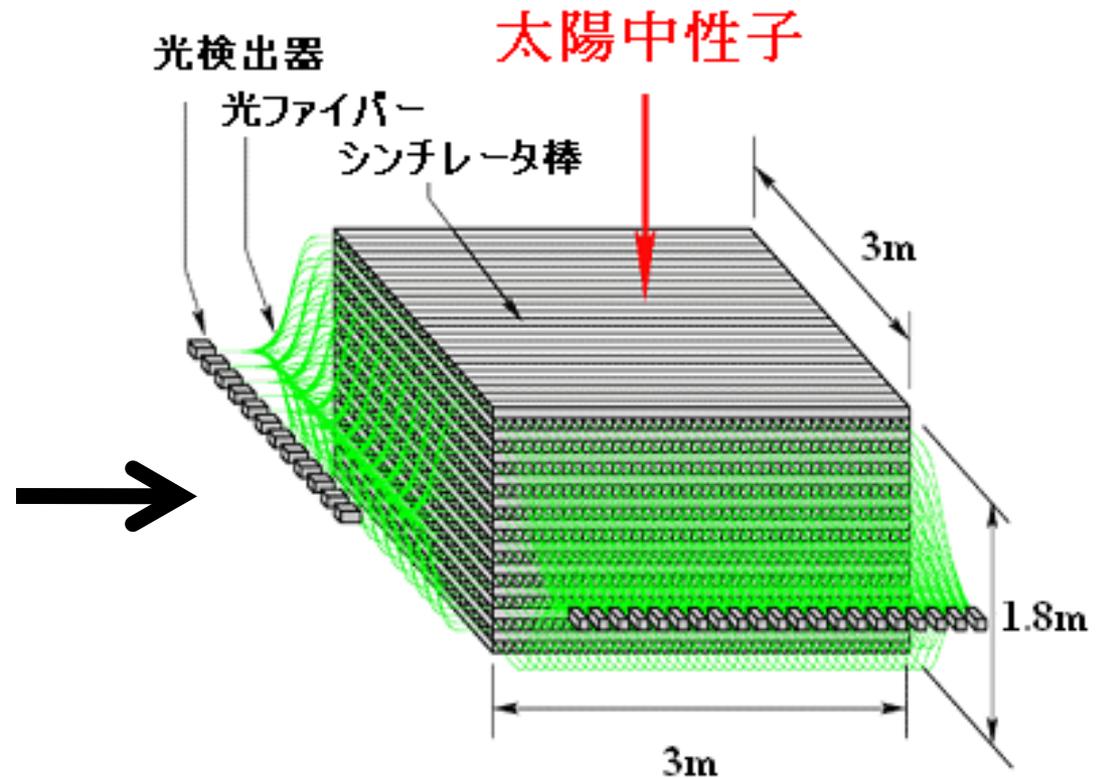
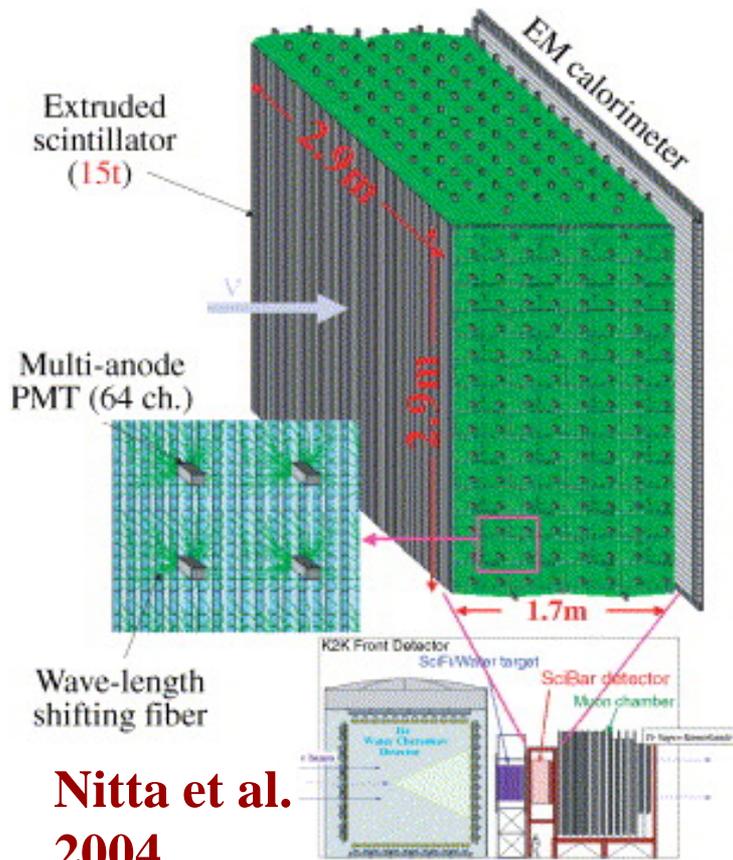
太陽活動は、2014年に極大を迎える予定。

本研究は、次年度以降も継続する予定です。  
よろしく申し上げます！

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。  
CAWSES II 国際シンポジウム 2013  
で発表。



# スーパー太陽中性子望遠鏡 (SSNT)



加速器実験で用いていたサイバー検出器を使用する。  
チャンネル数は14,848(初期のデザイン: 2000).

超高精度宇宙線実験！ ミューオン検出器としても使用

# 計画のあらまし

Mexico city

Sierra Negra

Puebla



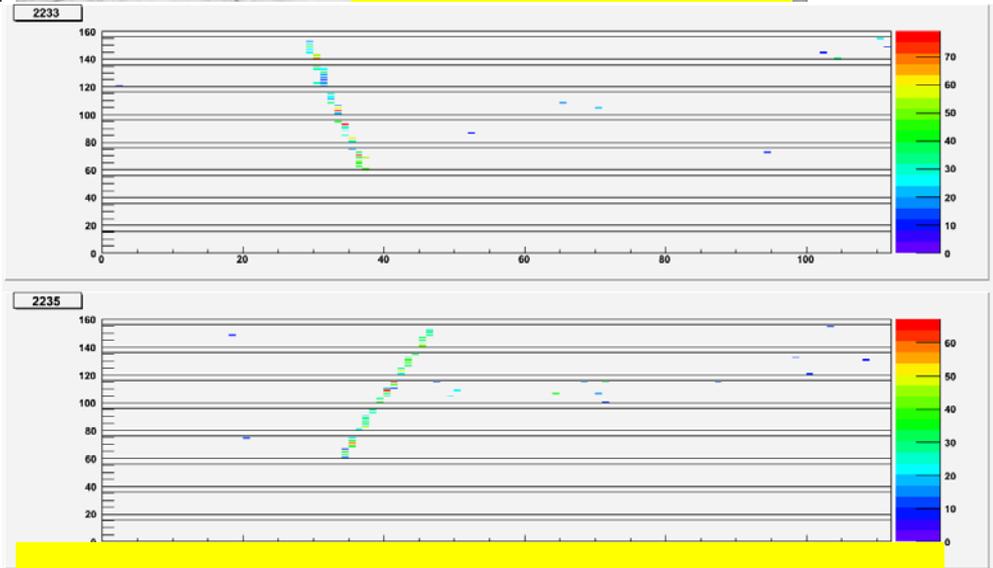
まず、検出器をシカゴから、標高2150mの国立研究所(INAOE)に持ち込み、宇宙線検出器として完成させる。その後、山の上へ！

**SciCRT**

(SciBar Cosmic Ray Telescope)



# まもなく定常運転を開始

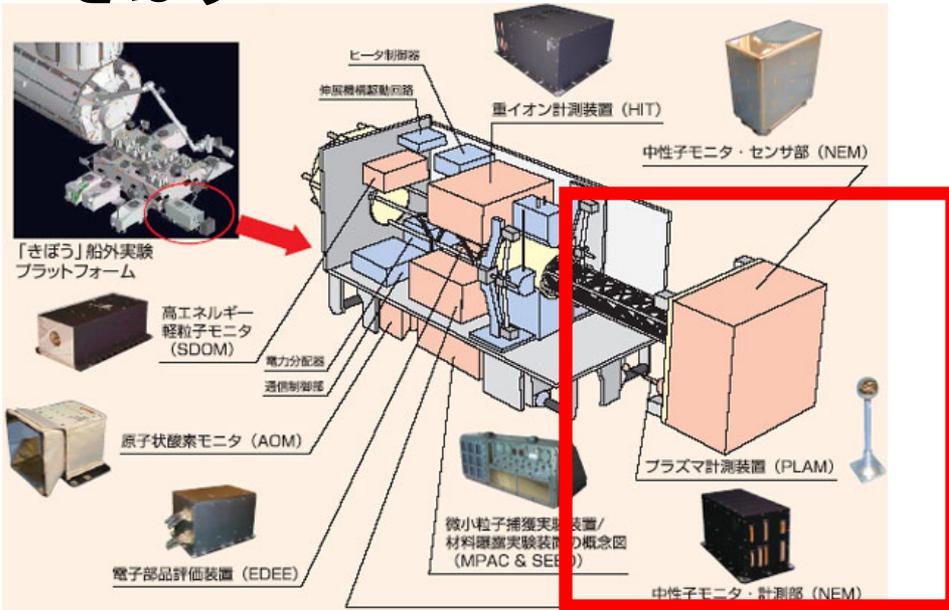


Track image viewed by two sides

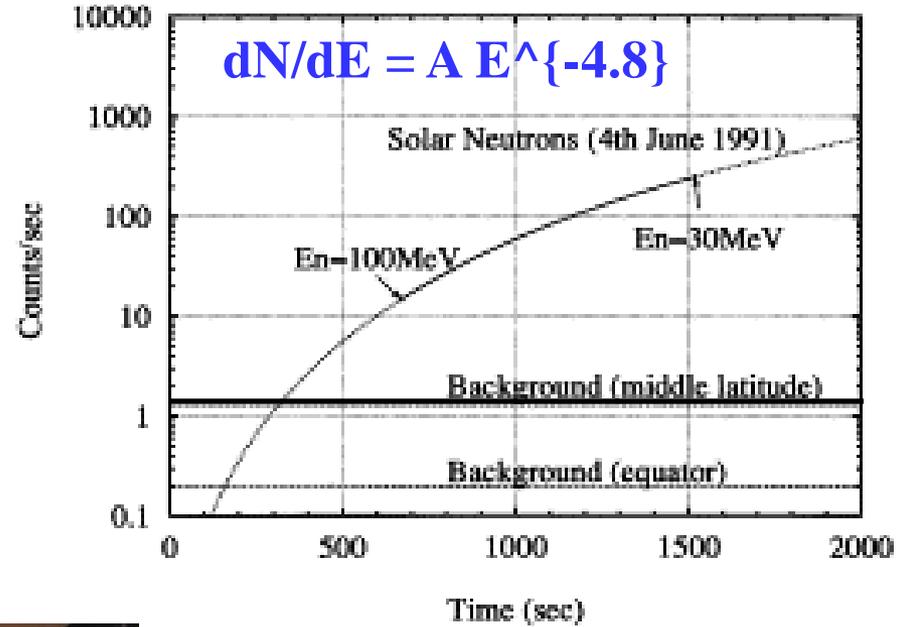


# 宇宙環境計測ミッション装置

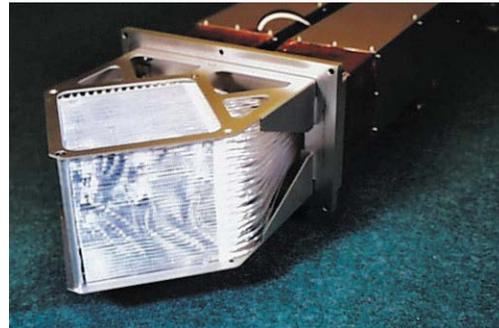
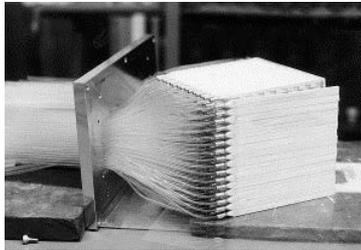
きぼう



2009年9月打ち上げ



JAXA homepage **neutron detector**



典型的な太陽中性子イベントで期待される計数値。  
(Imaida et al., NIM 421, 1999)

10 MeV から 100 MeV をカバー。  
地上観測と合わせて広いエネルギー範囲で観測できる。

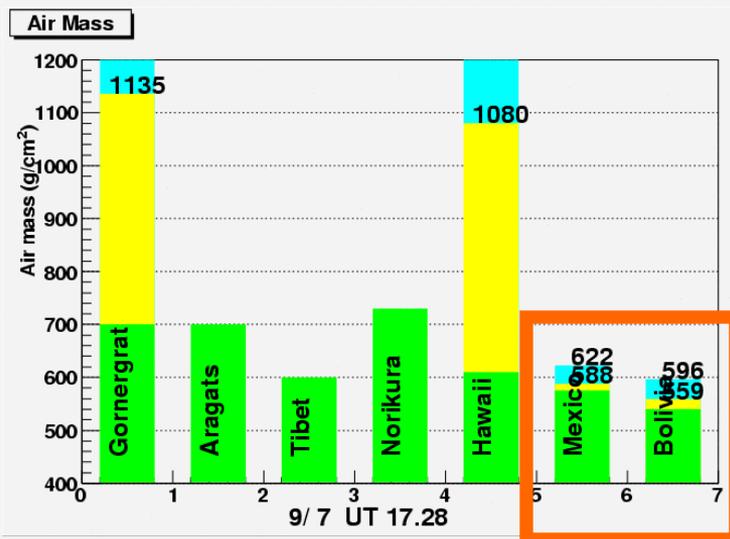
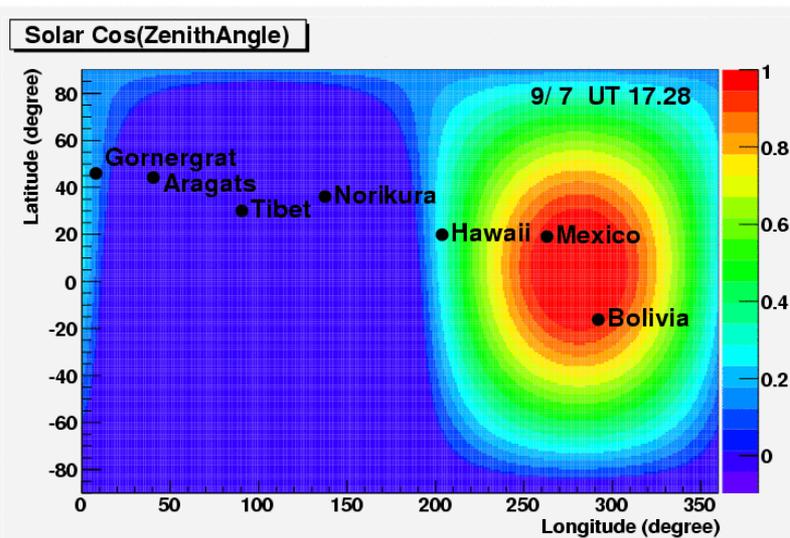
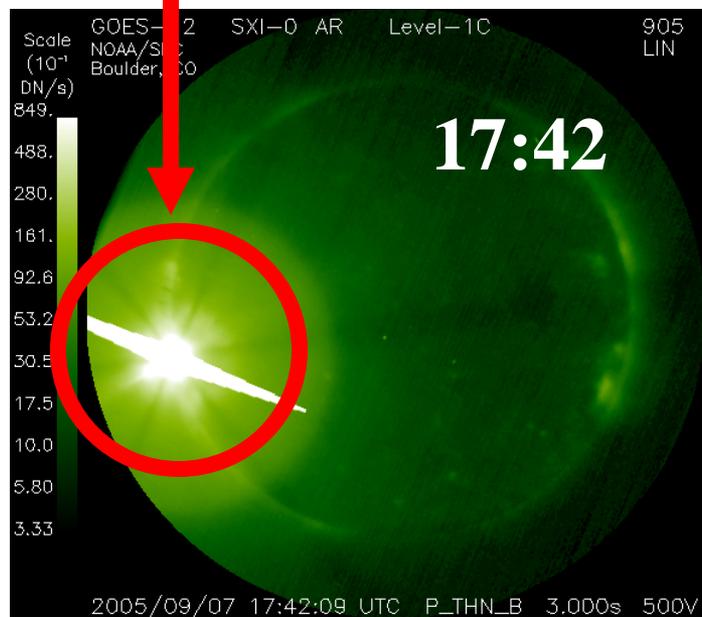
# 観測例 050907

Start: 17:17

Max.: 17:40

X17

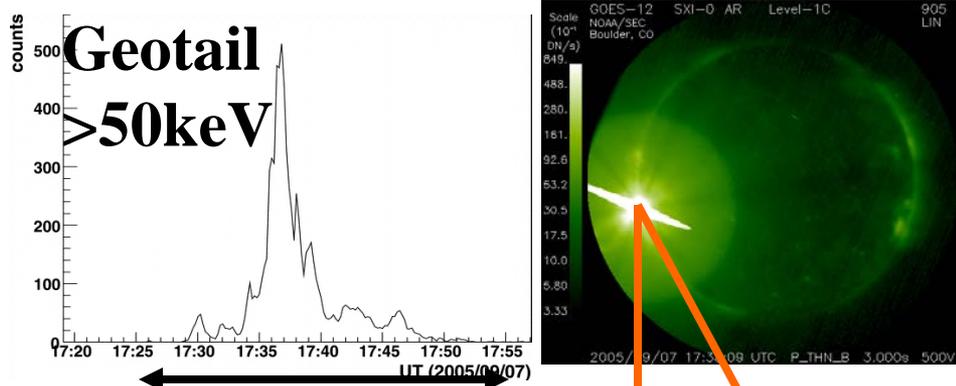
S06E89



メキシコとボリビアが好条件

September 7, 2005

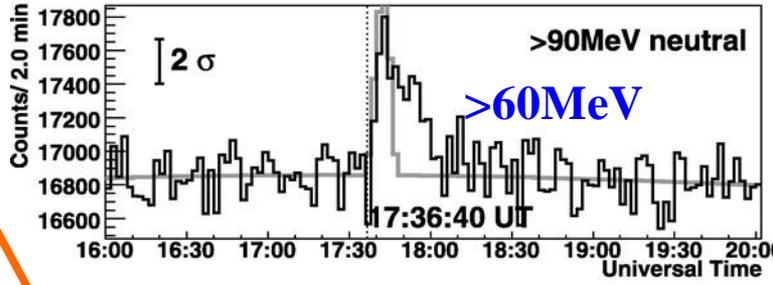
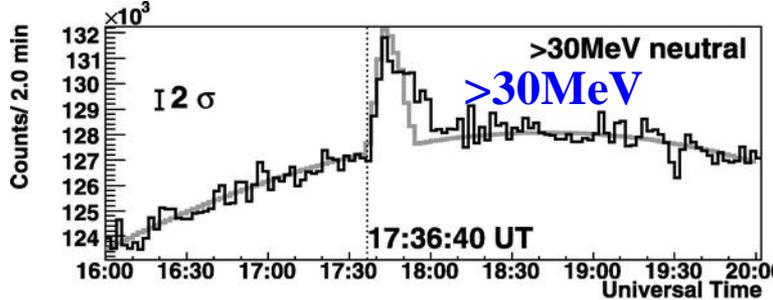
異なるエネルギーでの検出



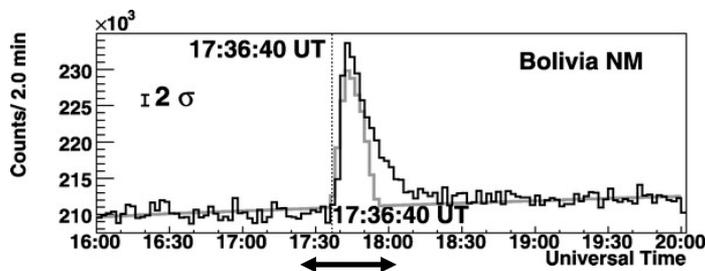
UT (2005/09/07)

30min

中性子はX線よりも長時間生成されていた



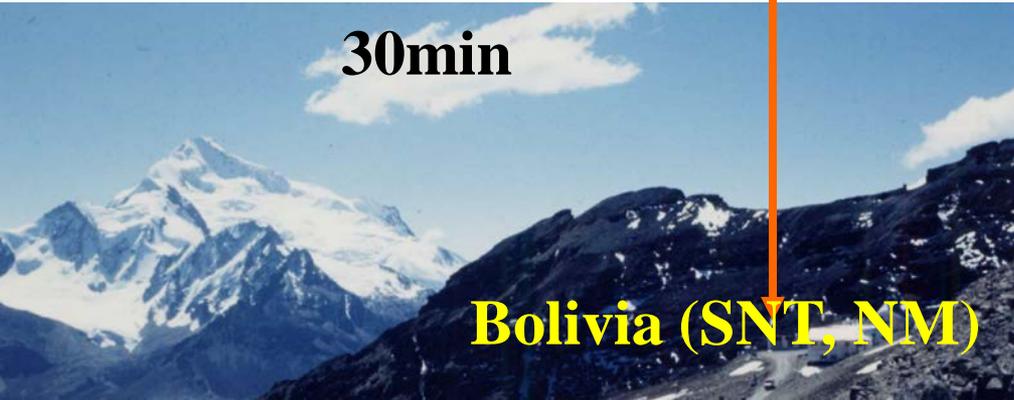
neutron



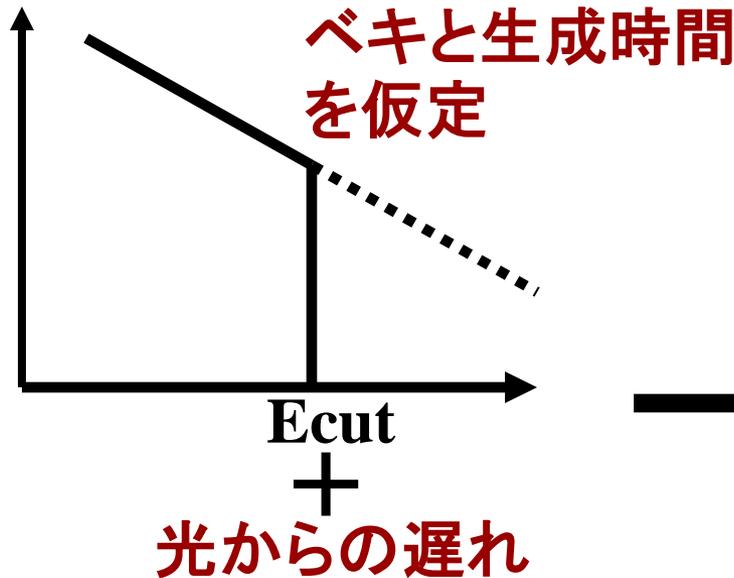
30min

Bolivia (SNT, NM)

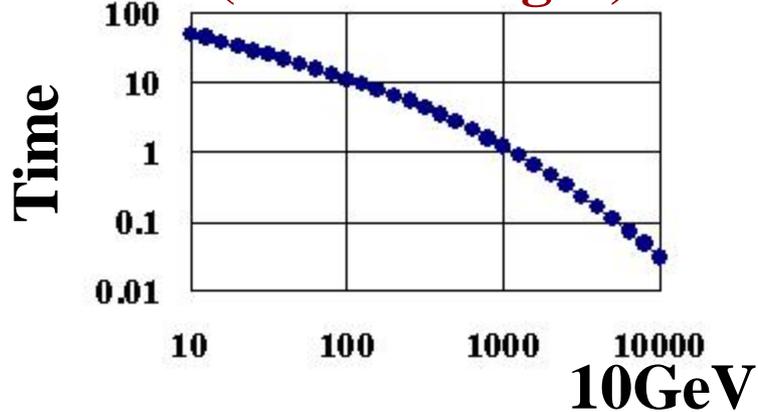
Mexico (SNT, NM)



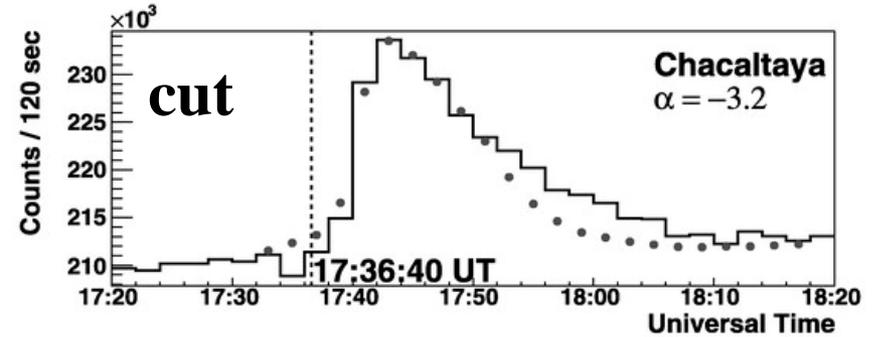
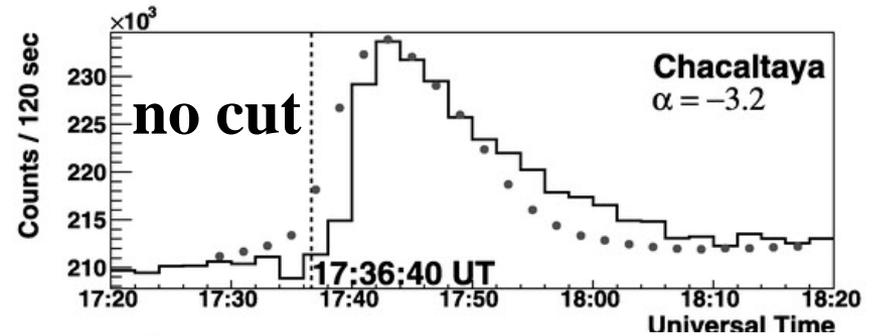
# 解析例



100min (Time of flight)



中性子のエネルギー



このイベントについては中性子の生成時間は、電子のそれとは一緒ではない。

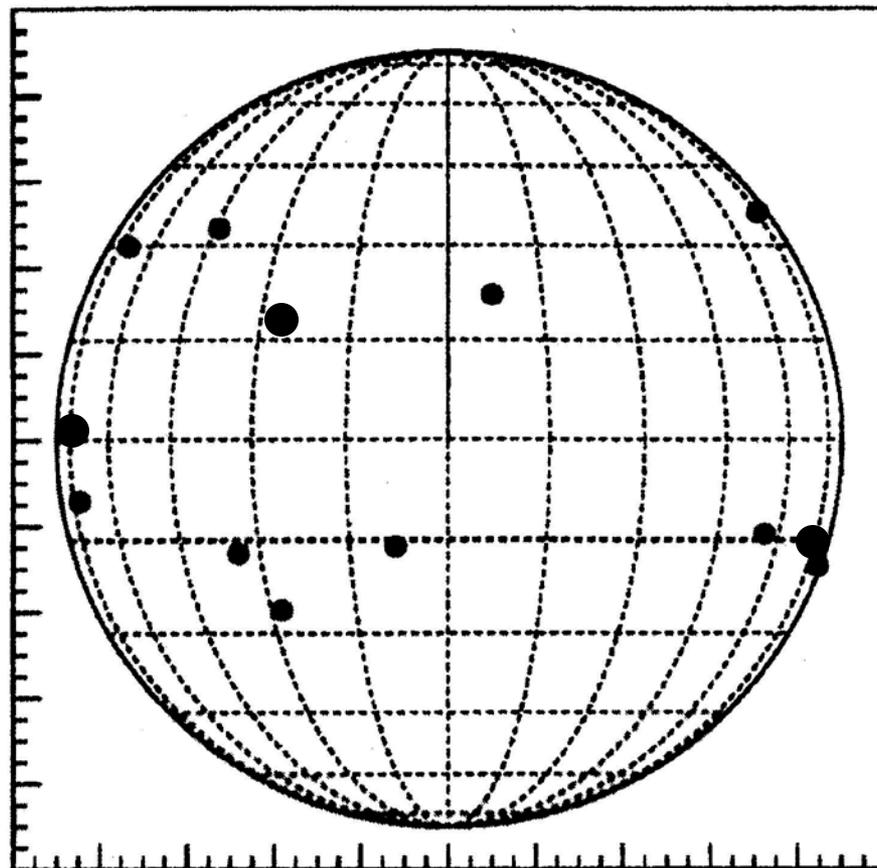
X線、ガンマ線の時間分布で説明できるイベントもある (Watanabe 2005)

もっと例がほしい！

# 太陽フレアの位置と太陽中性子イベント

太陽磁場と陽子の  
方向の関係

Watanabe, 2005+  
Sako et al, 2006+  
Muraki et al. 2007+  
Muraki et al. 2008

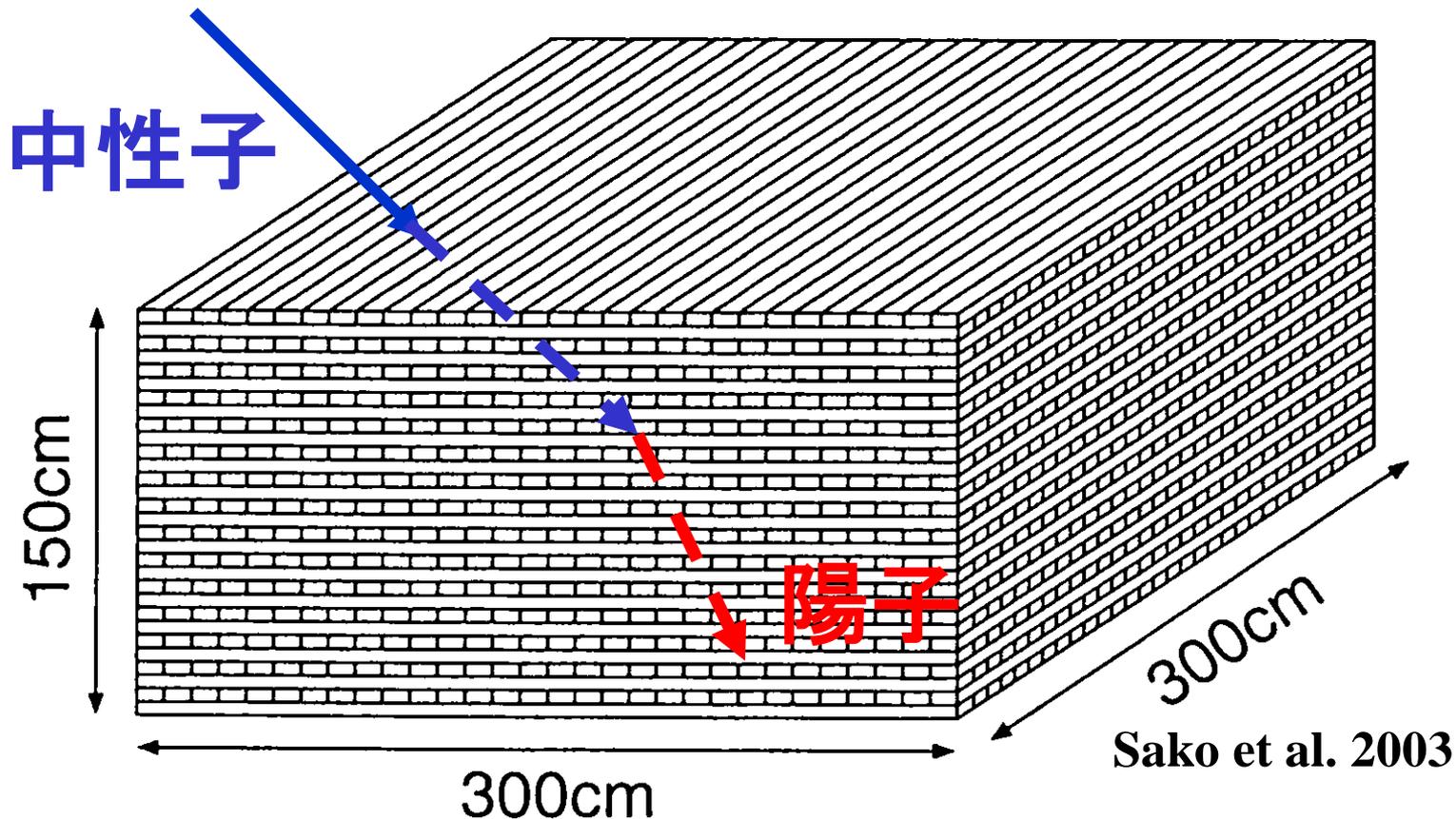


フレア的位置はほぼ等方的。  
より統計量が必要。



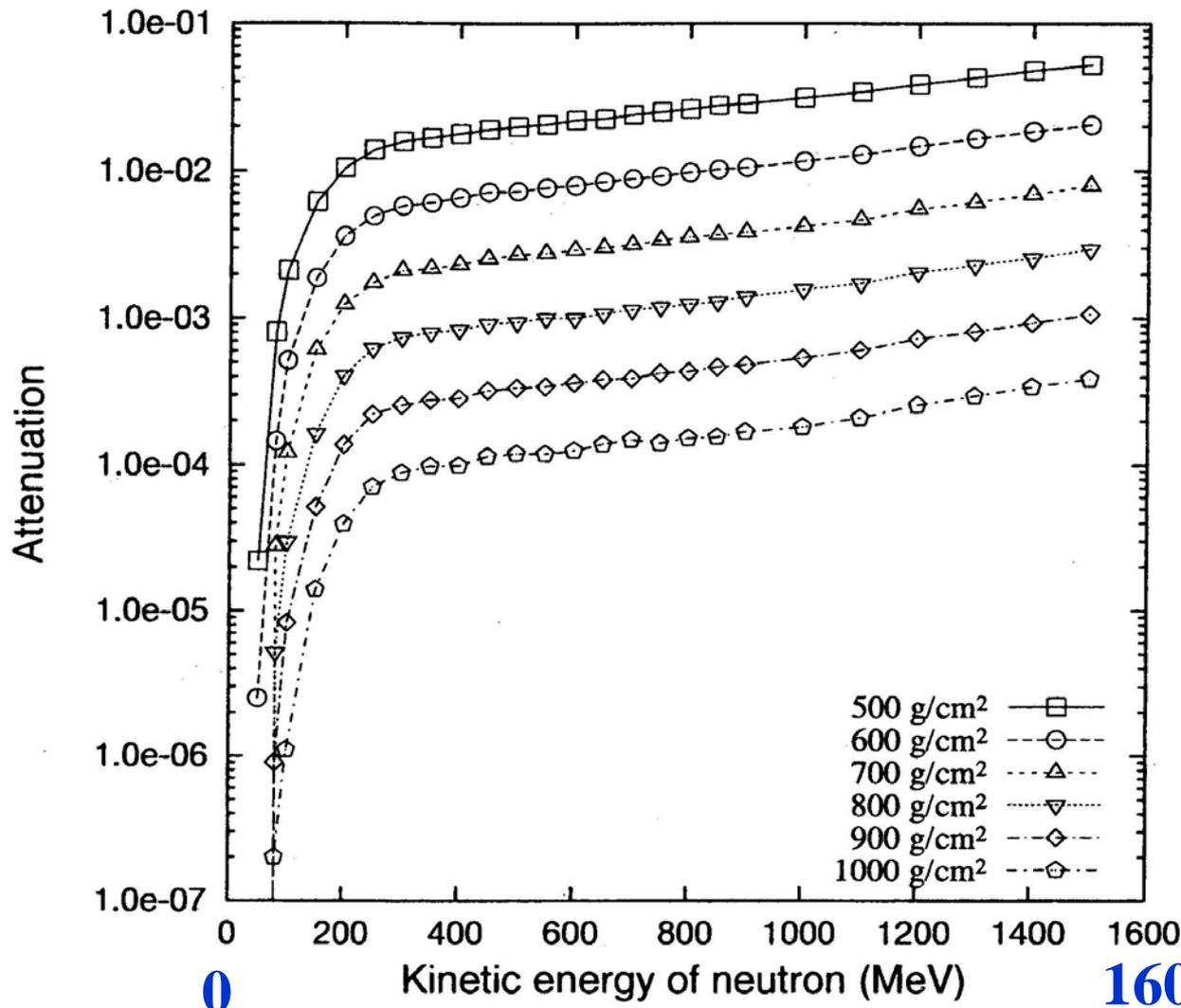
“ひので”  
詳細な磁場情報

# スーパー太陽中性子望遠鏡



検出器が大きくて検出感度が高い。  
粒子の飛跡がわかるので、粒子弁別能力・  
エネルギー分解能・到来方向決定能力が優れている。

# Attenuation of neutrons in the air



by H. Tsuchiya

**Neutrons are attenuated in the air**