第24太陽活動期における太陽中性子の観測

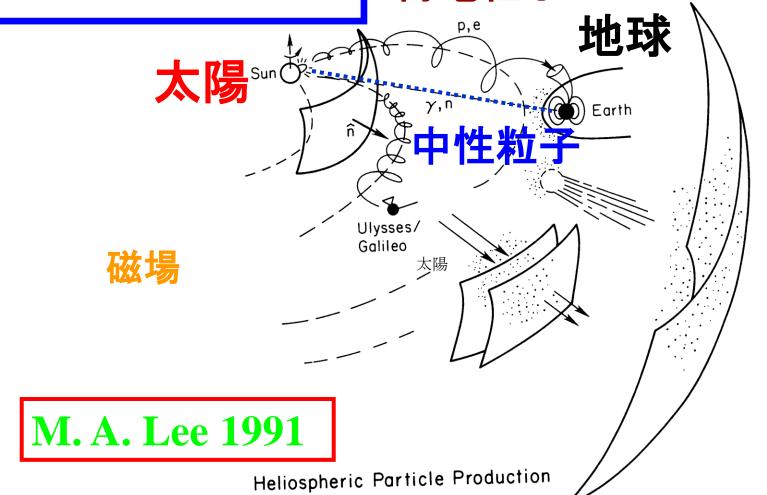


名古屋大学太陽地球環境研究所 松原豊

平成23年度共同利用研究成果発表研究会 平成23年12月16日 東京大学宇宙線研究所

太陽中性子観測

荷電粒子



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

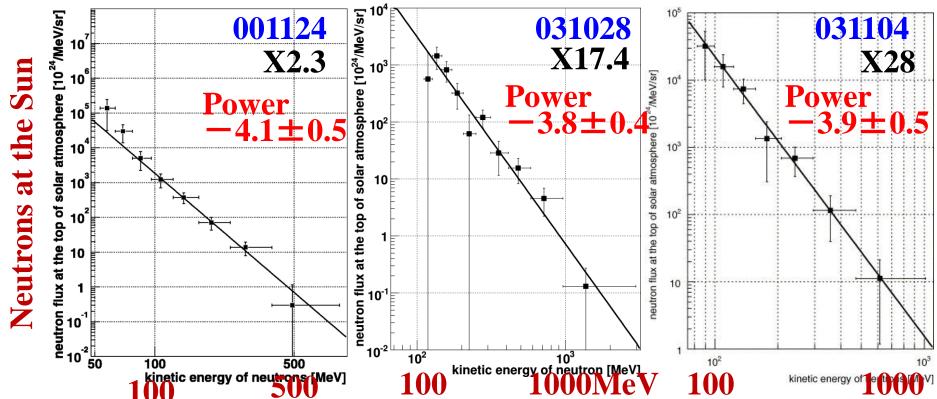
陽子の加速と電子の加速は異なるのか? たとえば加速の継続時間は?

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



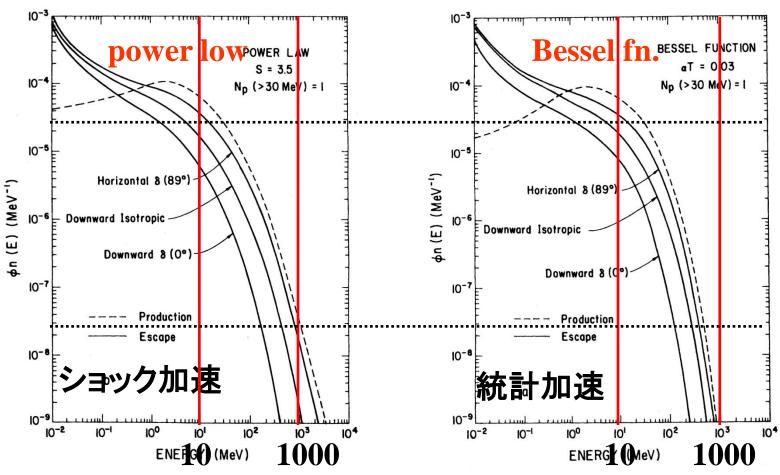


Data from neutron monitor

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

figures from Watanabe et al.

加速とエネルギースペクトル



The energy of neutron (MeV) Hua and Lingenfelter, 1987

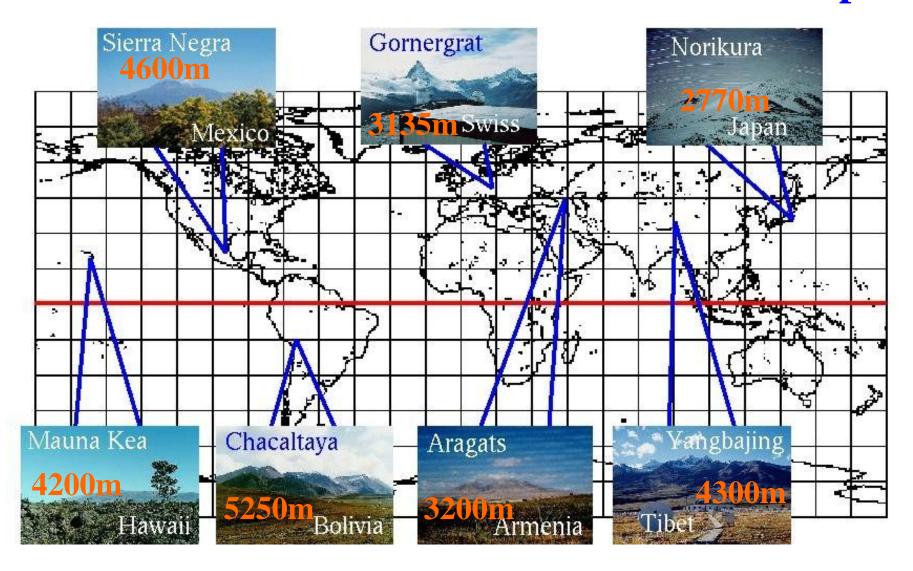
100MeV領域では、ベッセル関数はベキ型。 ベキがハードかソフトかで加速機構を区別する。

Summary of the energy spectrum of solar neutrons

Date	820603	900524	910322	910604	001124
X-ray class	X8.0	X9.3	X9.4	X12.0	X2.3
Flux at 100MeV (×10 ²⁸ /MeV/sr)	2.6±0.7	4.3±0.4	0.06 ±0.01	1.8±0.2	0.04 ±0.01
Power index	-4.0 ± 0.2	-2.9 ± 0.1	-2.7 ± 0.1	-7.3 ± 0.2	-4.1 ± 0.5
Date	010825	031028	031102	031104	050907
X-ray class	X5.3	X17.4	X8.3	X28	X17.0
Flux at 100MeV (×10 ²⁸ /MeV/sr)	0.02 ±0.01	0.37 ±0.14	0.03 ±0.01	1.5±0.6	0.6
Power index	-3.1 ± 0.4	-3.8 ± 0.4	-7.0 ± 1.3	-3.9 ± 0.5	-3.8

from Watanabe, K., 2005

World-wide network of solar neutron telescopes



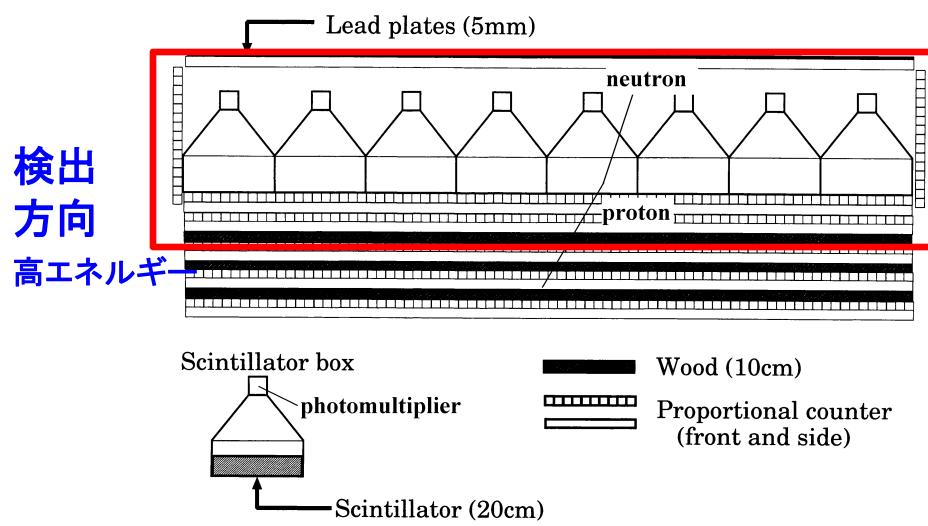
24 hour observing

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 Fisicas, UMSA, Bolivia Instituto de Geofisica, UNAM, Mexico

乗鞍太陽中性子望遠鏡



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 26万円 旅費 44万円

経費の使用内訳

研究費(旅費分を一部転用させてもらいました) 風力発電機、バッテリーチャージャー 旅費

風力発電設置、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

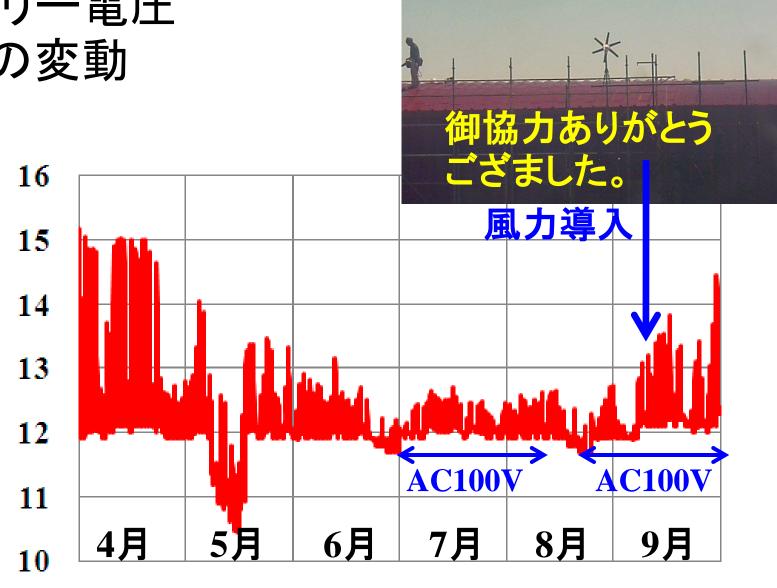
どうもありがとうございました!

乗鞍自然エネルギー



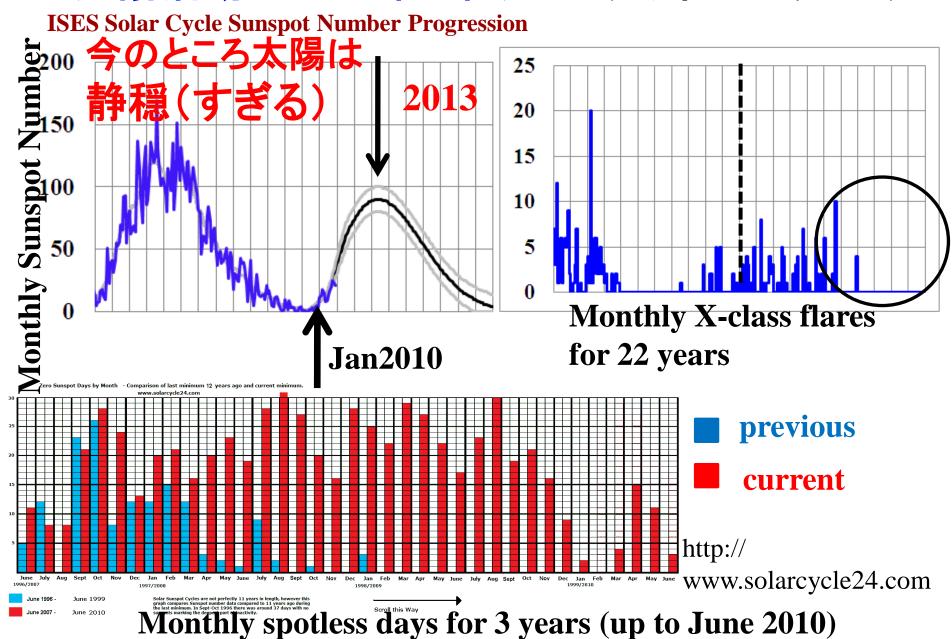


バッテリー電圧 (V/h)の変動



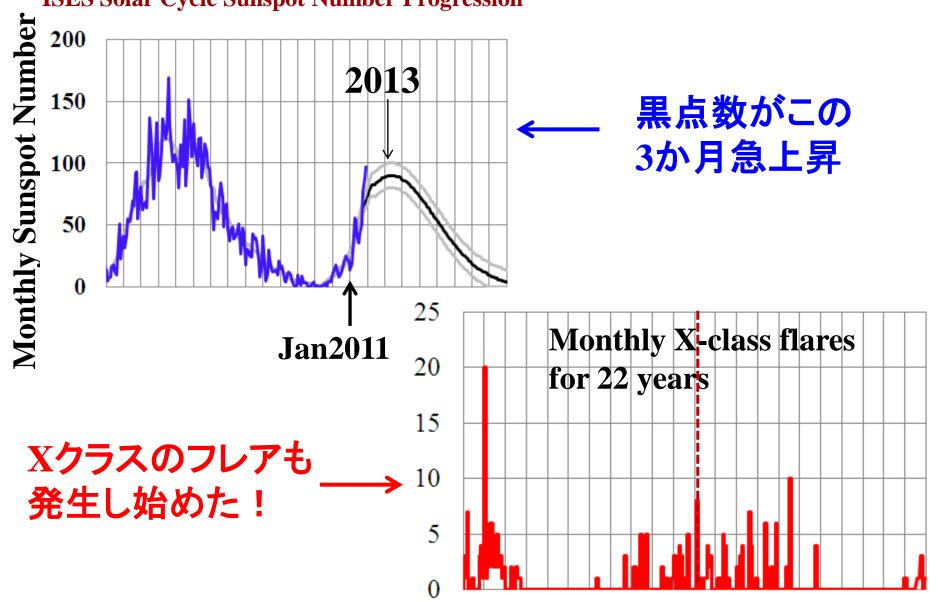
11/09/15 09:42:10

太陽活動は2013年に極大? (去年のスライド)



太陽活動の極大は2013年?

ISES Solar Cycle Sunspot Number Progression



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23年度は、70万円査定していただき、風力発電機の設置と検出器の維持ができた。

太陽活動は、2013年に極大を迎える予定。

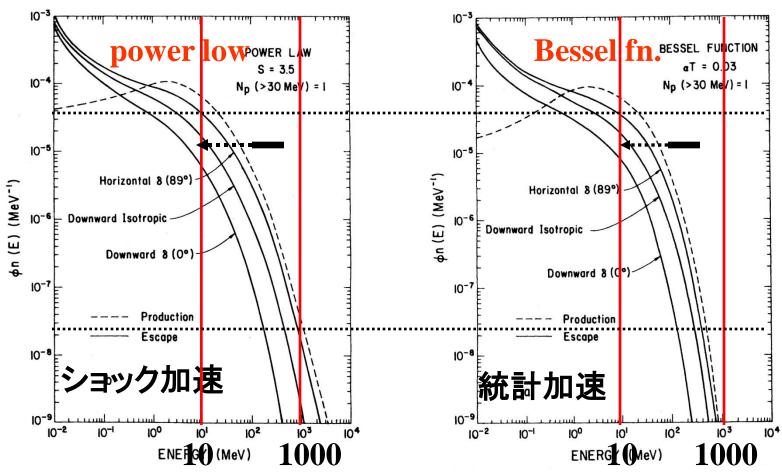
本研究は、次年度以降も継続する予定です。

よろしくお願いします!

物理の結果がなくてごめんなさい。



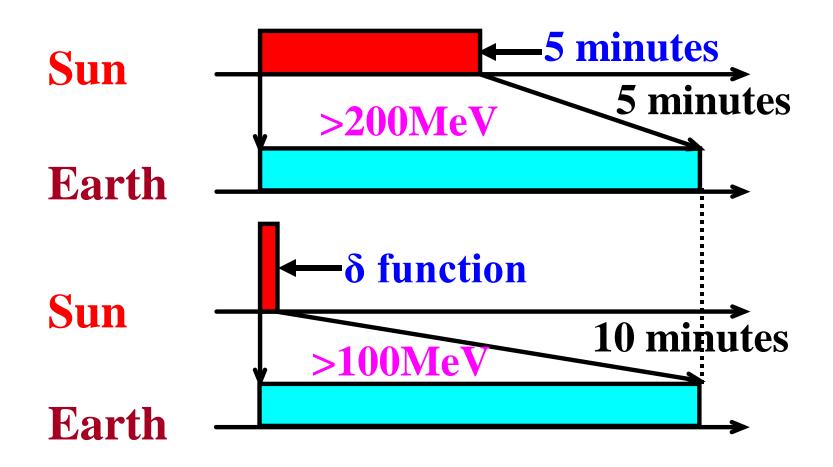
加速とエネルギースペクトル



The energy of neutron (MeV) Ramaty & Murphy, 1987

これまでの観測結果は両者を区別できない。もっと広いエネルギーでの観測が必要。

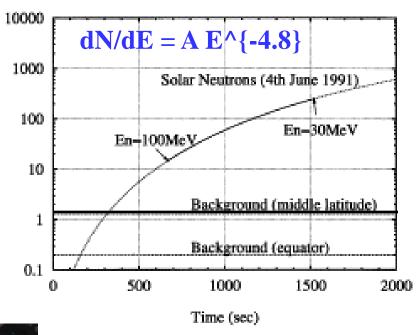
Neutron energy and Production time



宇宙環境計測ミッション装置

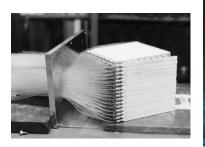
Counts/sec

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。

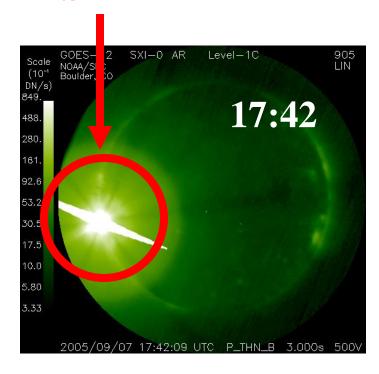
観測例 050907

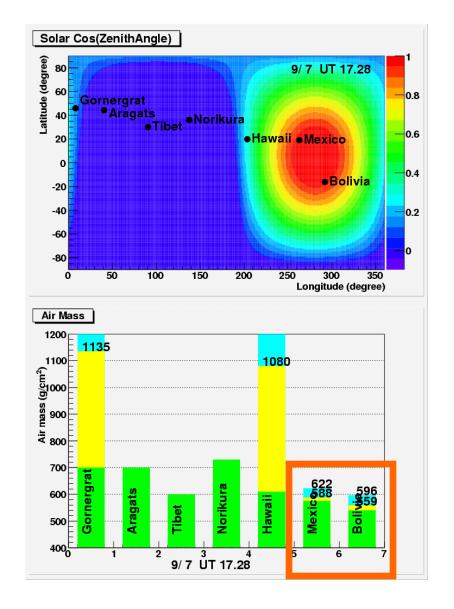
Start: 17:17

Max.: 17:40

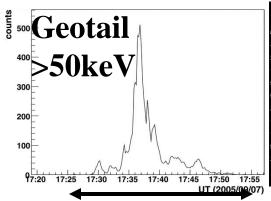
X17

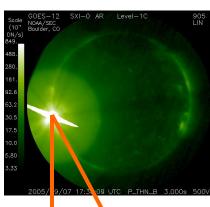
S06E89





メキシコとボリビアが好条件

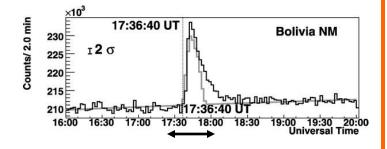




neutron

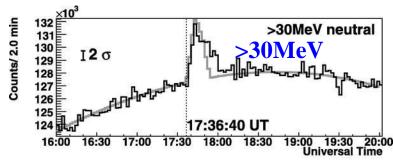
30min

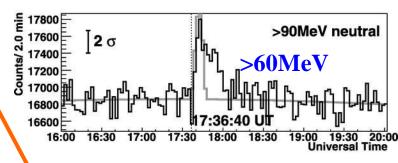
中性子はX線よりも 長時間生成されていた



September 7, 2005

異なるエネルギーでの 検出



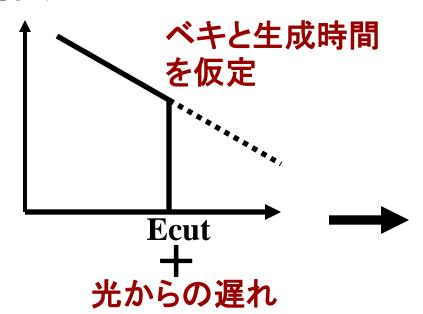


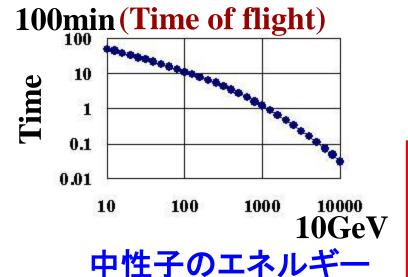
30min

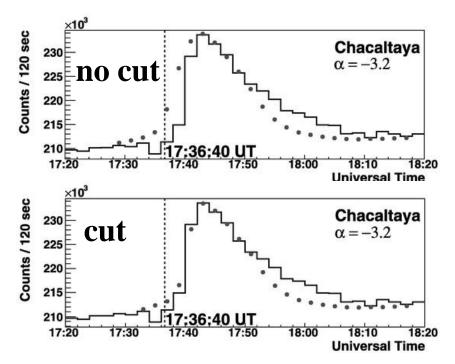
Bolivia (SNT, NM)

Mexico (SNT, NM)

解析例







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。

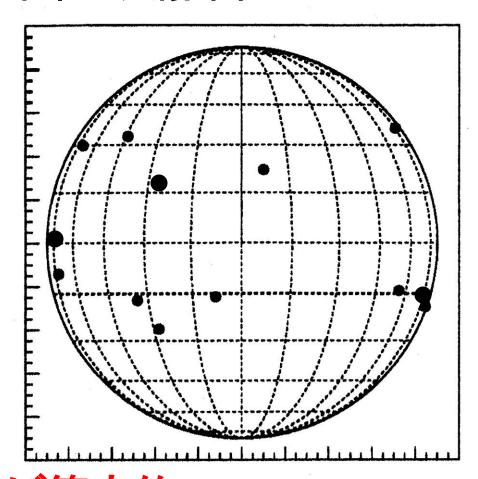
X線、ガンマ線の時間分布で説明できるイベントもある (Watanabe 2005)

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

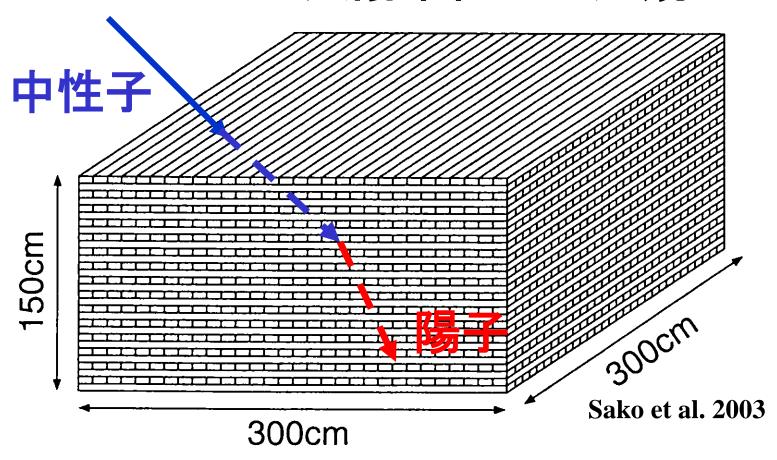
太陽磁場と陽子の 方向の関係

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



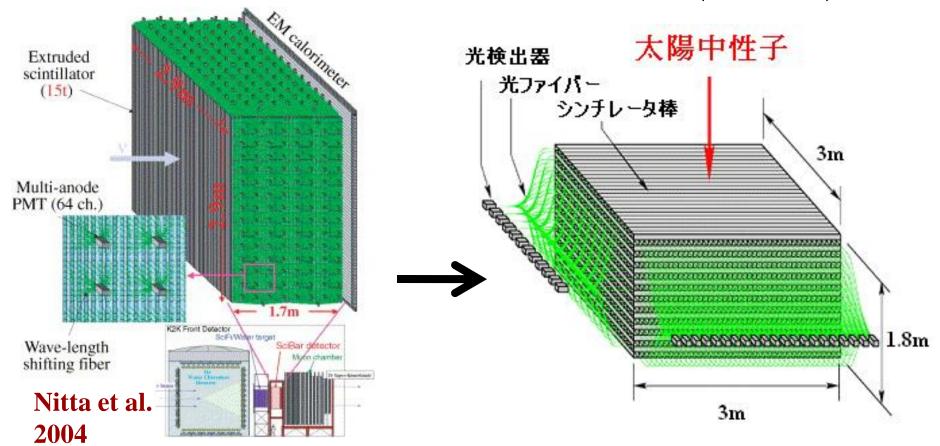
フレアの位置はほぼ等方的。 より統計量が必要。 ← "ひので" 詳細な磁場情報

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。

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

メキシコのシェラネグラ山(4,600m)に設置







SciBar will be moved to Mexico in 2011.
A proto-type detector is now operating at Sierra Negra.

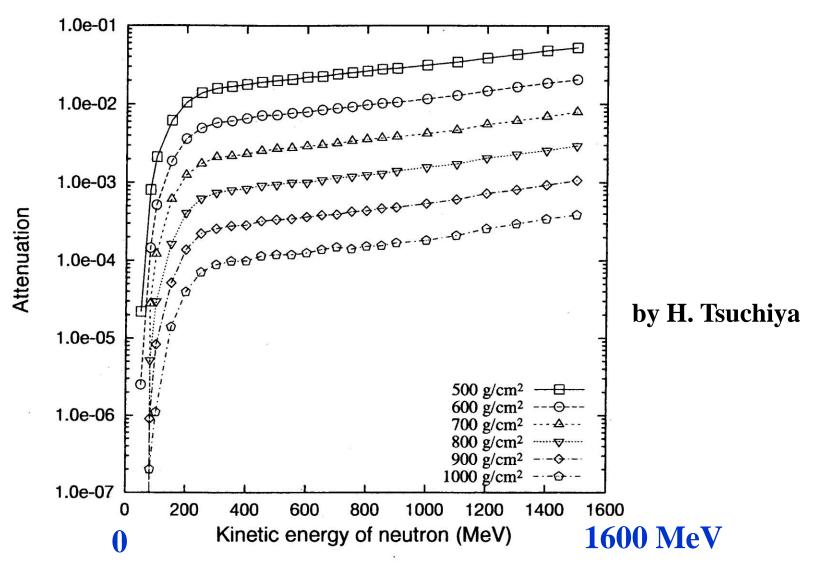
Redirect the detector for the cosmic ray experiment



Insert fibers



Attenuation of neutrons in the air



Neutrons are attenuated in the air