#### スーパーカミオカンデ (太陽ニュートリノ、超新星ニュートリノ等)

#### 池田一得 東大宇宙線研神岡施設 20131220 ICRR共同利用研究発表会

# もくじ

- 太陽ニュートリノ観測
  - SK4事象数がSK1を超え、より高精度の測定へ - 昼夜のフラックスの差
- 超新星爆発ニュートリノ観測
  - リアルタイム観測
  - 超新星背景ニュートリノ探索 ガドリニウム導入テスト実験EGADSの状況: 去年からの進展
    - ・ガドリニウム導入(PMT取り付け前)
    - 透過率測定
    - PMT取り付け
    - ・データ取得、キャリブレーション



長年の宿題:

- ・太陽内物質効果による<sup>8</sup>Bスペクトルの歪みの観測
- ・地球内物質効果による昼夜フラックス差の観測

### 太陽ニュートリノ観測の進展

- SK4のデータ:
- 2008年9月から2013年5月まで 1306日
  太陽v事象数がSK1を超え、より高精度の測定へ
  スペクトルの歪みは?

- 昼夜のフラックスの差はみえるか?

- 水システムの安定化により高品質のデータ取得が可能
- ・ 解析の改良
  - 新しい事象選択のためのパラメータ
  - 検出器較正
  - 系統誤差の見積もり方

#### <sup>8</sup>B 太陽ニュートリノフラックス

#### SK-IV での改良点

- Better water quality control
- New multiple scattering parameter(MSG)
- Reduced systematic error

New electronics

1.7% for flux cf. SK-I: 3.2% SK-III: 2.1%



太陽vスペクトル測定



## Survival Probability P<sub>ee</sub>(E<sub>v</sub>)のフィット結果



昼夜フラックスの違い

夜間は、地球の物質効果により、 z-axis  $\theta_z$ 太陽ニュートリノフラックスが増加する。 増加率は、振動パラメータ、 地球の何処を横切るか、 Sun Earth ニュートリノエネルギーに依存する。 それらを考慮して非対称性を求める 0.45 W 0.445 W **Dscillated MC/MC** 5.5-19.5MeV 0.425 0.44 cillated cillate 4.0-5.5MeV 0.42  $\Delta m_{21}^2 = 4.9 \text{ x} 10^{-5} \text{ eV}^2$ 0.415  $sin^2\theta_{12}=0.314$ 0.42 0.41 9-9.5MeV 0.415 0.41 9.5-10MeV 0.405 0.405 0.4<u>-</u>1 0.4<sup>上</sup> -1 -0.4 -0.6 -0.4 -0.8 -0.6 -0.2 0.2 0.4 0.6 -0.8 -0.2 0.2 0.4 0.6 0.8 0.8 Cosq, Cosq, 間 夜間 凮間 夜間



昼夜差から△mへの制限



### 超新星爆発ニュートリノ

- 超新星爆発バーストのリアルタイム観測
   SNモニターの改良
- 超新星背景ニュートリノ探索
  ガドリニウム導入試験

## SNアラームの流れ

- アラームメールがエキス パートに送られる
- シフトはDAQや作業の現状 を確認
- シフトは確認事項をエキス パートに連絡
- アラームから15分以内に エキスパート会議
   – SNであることを確認
- コラボレータに報告
- 世界に情報を発信

SNwatch finds a event cluster !! Step1. Please Stop the beep $\rightarrow$ STOP				
Step2. Please call following p	persons in order, until you contact	"TWO" persons successfully.		
1:Y. Koshio 0-086-251-7817 0-090-5097-4239	2:H. Ishino 0-090-4910-9156 0-086-251-7818 0-086-239-2686	3:A. Takeda 0-0578-85-9610 0-090-8348-0687		
4:H. Sekiya 0-0578-85-9663 0-090-1268-6643	5:Y. Takeuchi 0-078-803-5634 0-090-8887-2682	6:Y. Fukuda 0-022-214-3411 0-090-2032-1805		

シフトへのアラーム画面

情報を世界に発信し、
 光学観測につなげるには、
 1分、1秒の短縮でも重要



オフラインシステムでは、他のユーザーによる計算機の負荷で プロセスが遅れる心配もあった。

# ガドリニウム導入試験実験EGADS

GADZOOKS!計画 SKにガドリニウムを導入。主に、 超新星背景ニュートリノの⊽を 遅延同時計測により観測

#### そのテスト実験がEGADS

- PMT取り付け前のガドリニウム導入試験
  2012冬~2013春
- PMT取り付け
  2013夏
- 較正作業
  2013秋~冬



#### 透過率(15mでのチェレンコフ光の残る割合)の変化

	CK IV I litropur	Alator - 7	70/ 00 10/ 6	0 15 m
	SK-IV Ulilapul		4.170 - 02.170 @	
70	<b>B</b>	Ö	and the second s	Contraction and the
65	5	U U		0
60		ture t		Ö
55		cap		l lo
50	<b>C</b>	u %	73%	8%
45	35%	220		→ ×
40	<b>↑</b>	$\uparrow$	$\mathbf{D}_{\mathbf{X}} = \mathbf{T}_{\mathbf{X}} = \mathbf{D}_{\mathbf{X}}$	0
35	H <sup>2</sup> O		01 3*81 3*81	<u><u></u> <u></u> <u></u></u>
30	) <sup>3</sup> *8	)3*8	SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> *	<b>0</b> <sub>4</sub> ) <sup>3</sup> *
25	SO4	SO SO	c)2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	S(SC
20	3d2	3d <sub>2</sub> (	Ö Ö Ö	Ö
15	of	of		d of
5	S S S S S S S S S S S S S S S S S S S	kg kg	9.4 K	0 k
		8	27 <u>14</u> 0	40
2012 2012 2012 2013 2013 2013 12.20 12.25 12.30 0 04 01.09 01.14	2013 2013 2013 73 2013 2013 20 01.19 01.24 01.29 01.88 02.08 02.13 02.	13 2013 2013 2013 2013 2013 2013 2013 20	2013 2013 2013 2013 2013 2013 2013 2013	2013 2013 2013 2013 04.19 04.24 04.29 05.04
2013	2013	2013	2012	時間
1 🛛		2013	2012	45
工月	2月	3月	4月	15

#### Gd<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>の濃度と減衰長 in EGADS vs. 光の波長



# PMT取り付け作業

- ケーブリング:7月1~12日
- PMT取り付け:7月16日~8月13日
  - 取り付け前のシグナルチェック
  - アセンブリ
  - PMT取り付け
- ・ 取り付け後、全シグナルチェック完了:8月19日





### 現状と予定

- 現在は、純水
  透過率測定
  検出器キャリブレーション
- 1月中旬から2月にかけ てガドリニウム導入。
  - 透過率変化
  - 中性子捕獲率
  - などなど
- •5月には結果をまとめる。



まとめ

- ・SKにおける低エネルギー事象観測
  - -太陽v観測:SK-IV1306日(+I~III)の結果
    - ・スペクトル:まだ有意な歪みはなし
    - 昼夜差: 2.7σで差があることを示唆!
  - 超新星爆発v
    - ・リアルタイムモニターの改良
    - ・GADZOOKS!に向けた準備:EGADS実験
      - PMT導入前にガドリニウム導入し透過率を測定。
      - 全PMTを無事取り付け完了。