



宇宙線望遠鏡による極高エネルギー宇宙線の研究

大阪市立大学 大学院理学研究科 荻尾彰一

世界の最高エネルギー宇宙線観測装置

Telescope Array (TA)

Delta, UT, USA

507 detector stations, 680 km²

36 fluorescence telescopes

テレスコープアレイ実験
(TA実験)

Existing
CR detectors at
highest energies



Pierre Auger Observatory

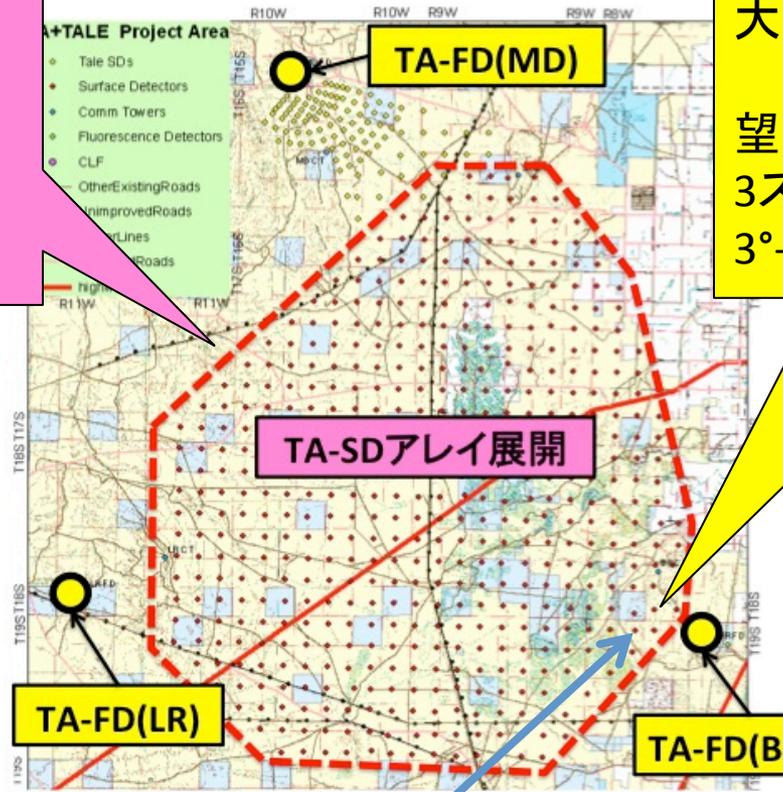
Province Mendoza, Argentina

1660 detector stations, 3000 km²

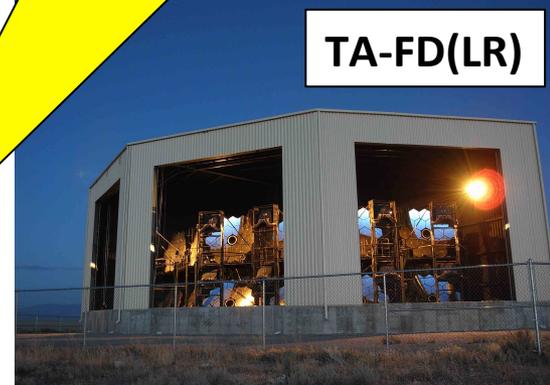
27 fluorescence telescopes

テレスコープアレイ実験 (TA実験、2003-)

地表検出器 (SD) アレイ
 シンチレーション検出器
 507台、約700 km²
 10¹⁹eVで検出効率100%



大気蛍光望遠鏡 (FD)
 望遠鏡38台、口径3m
 3ステーション
 3°- 33°×108°、分解能1°

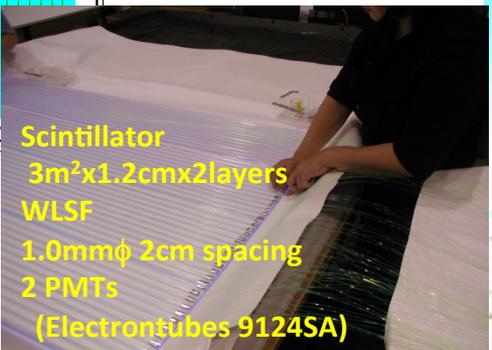
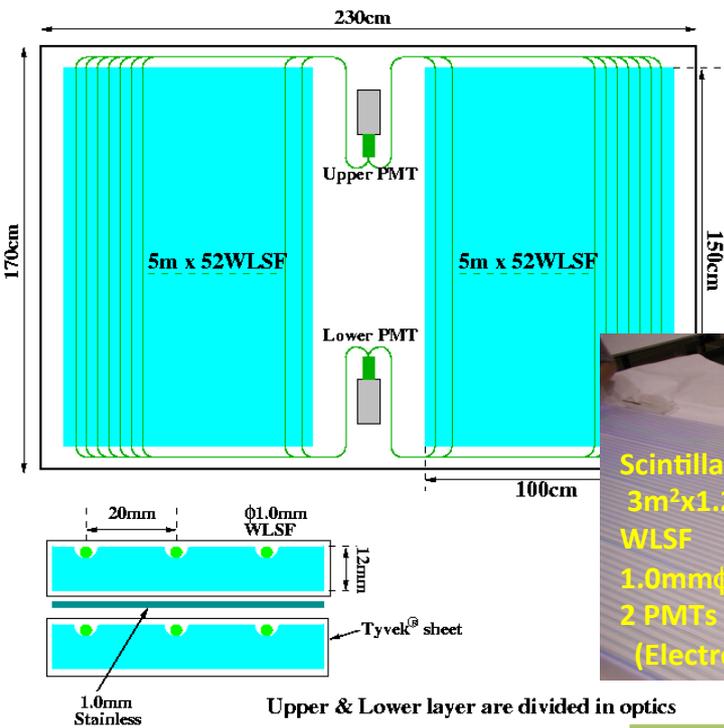


電子線型加速器によるエネルギー較正

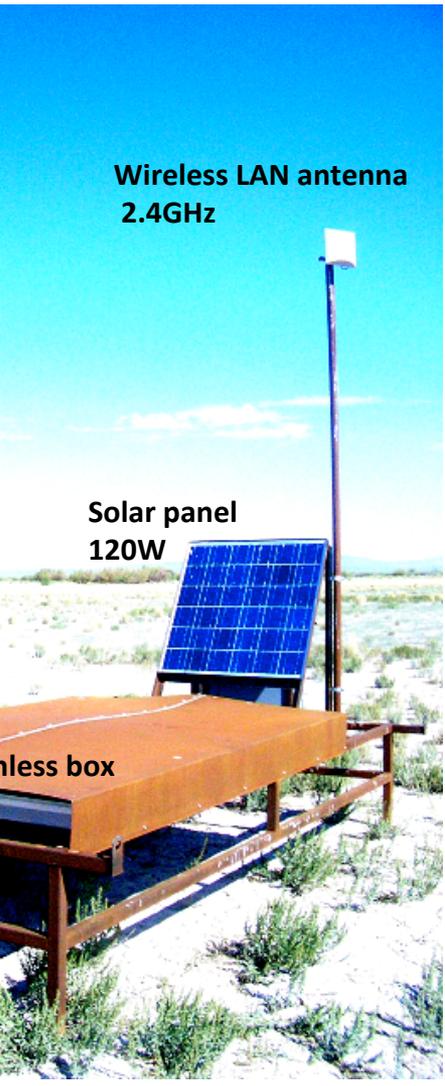
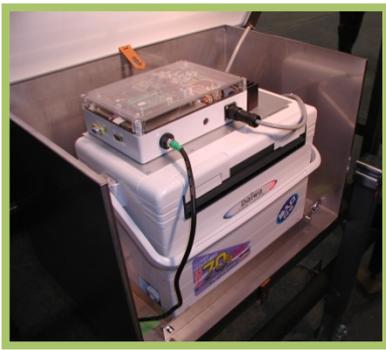
2017年12月9日 (土)

ICRR共同利用研究発表会

地表検出器 (SD)



Upper & Lower layer are divided in optics



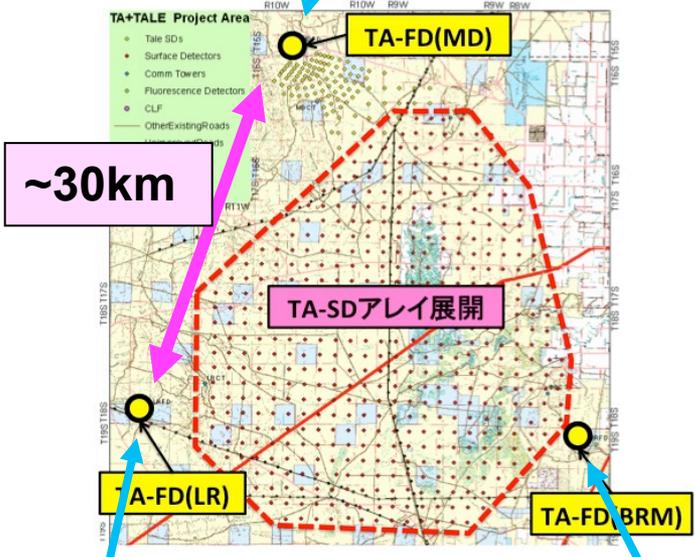
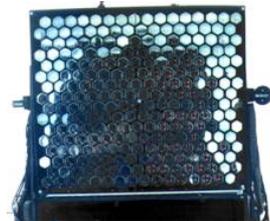
大気蛍光望遠鏡(FD)

Middle Drum



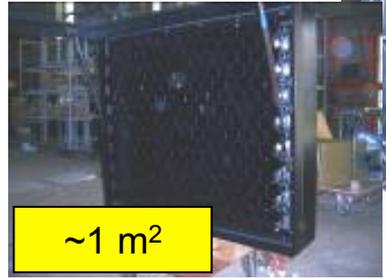
14カメラ
256 PMTs/カメラ
FOV~14°×17°/カメラ

HiRes実験から移設



新造大気蛍光望遠鏡

12カメラ/ステーション
256 PMTs/カメラ
FOV~15°×18°/カメラ



6.8 m²



TA実験関連共同利用採択研究

- E14 佐川宏行: 宇宙線望遠鏡による極高エネルギー宇宙線の研究(0千円、900千円)
- E15 有働慈治: TA実験サイトでの新型大気蛍光望遠鏡による極高エネルギー宇宙線観測(250千円、0千円)
- E16 木戸英治: TA×4及びTALE実験 地表検出器の時間及び位置の較正(100千円、250千円)
- E17 荻尾彰一: TALE実験用地表検出器の開発と性能試験(100千円、450千円)
- E18 池田大輔 最高エネルギー宇宙線の電波的観測の研究(200千円、250千円)
- E19 多米田裕一郎: 次世代の超高エネルギー宇宙線観測のためのフレネルレンズ型大気蛍光望遠鏡の開発研究(200千円、300千円)
- E20 奥田剛司: TA地表粒子検出器による雷と関連する特異事象観測(300千円、250千円)
- E21 富田孝幸: 新型大気蛍光望遠鏡における電力時給システム・検出器保護システムの開発(0千円、250千円)
- E22 富田孝幸: ドローンに搭載された標準光源による大気蛍光望遠鏡の検出器応答および工学系の較正(0千円、250千円)
- E23 山崎勝也: 大気蛍光望遠鏡の自動観測を目指した夜間雲量測定用CCDカメラの開発と解析(450千円、300千円)
- E24 芝田達伸: 小型電子線形加速器による空気シャワーエネルギーの絶対較正の研究(300千円、500千円)
- C02 野中敏幸: TA実験サイトでの超高エネルギー宇宙線観測のための新型検出器の開発(300千円、300千円)
- C06 森正樹: 粒子種弁別・方向決定機能を持つ宇宙線研検出器の検討(400千円、50千円)
- C07 武多昭道: フィールド観測のための先端計測プラットフォームの開発(200千円、0千円)
- C03 竹田成宏: TA-FD観測の完全遠隔制御にかかる国内拠点の構築(350千円、70千円)

合計 15件、7,270千円

多大なる御支援ありがとうございました。今後ともよろしくお願いいたします。

TA実験関連：今年の活動サマリ

外部資金

- (継続) 特別推進研究(佐川、2015-、TA×4)、基盤(S)(荻尾、2015-、TALE)
- (新規) 若手B(富田、ドローンを使った較正)、基盤(C)(有働、大気透明度測定)

2017年に掲載された論文(3編)

- 空気シャワーのレーダー観測(断面積の上限): Astropart. Physics 87 (2017) 1-17
- 銀河起源EeV陽子の上限: Astropart. Phys. 86 (2017) 21-26
- 雷に同期したシャワーイベント: Physics Letters A 381 (2017) 2565-2572

投稿準備中の論文(7編)

- TALE FD単眼観測によるエネルギースペクトル
- シャワー中のミュオン成分量
- TA SD観測による化学組成測定
- ハイブリッド観測によるXmax(化学組成)
- エネルギースペクトルの到来方向による違い×3編

TA実験関連共同利用採択研究

- E14 佐川宏行: 宇宙線望遠鏡による極高エネルギー宇宙線の研究(0千円、900千円)
- E15 有働慈治: TA実験サイトでの新型大気蛍光望遠鏡による極高エネルギー宇宙線観測(250千円、0千円)
- E16 木戸英治: TA×4及びTALE実験 地表検出器の時間及び位置の較正(100千円、250千円)
- E17 荻尾彰一: TALE実験用地表検出器の開発と性能試験(100千円、450千円)
- E18 池田大輔 最高エネルギー宇宙線の電波的観測の研究(200千円、250千円)
- E19 多米田裕一郎: 次世代の超高エネルギー宇宙線観測のためのフレネルレンズ型大気蛍光望遠鏡の開発研究(200千円、300千円)
- E20 奥田剛司: TA地表粒子検出器による雷と関連する特異事象観測(300千円、250千円)
- E21 富田孝幸: 新型大気蛍光望遠鏡における電力時給システム・検出器保護システムの開発(0千円、250千円)
- E22 富田孝幸: ドローンに搭載された標準光源による大気蛍光望遠鏡の検出器応答および工学系の較正(0千円、250千円)
- E23 山崎勝也: 大気蛍光望遠鏡の自動観測を目指した夜間雲量測定用CCDカメラの開発と解析(450千円、300千円)
- E24 芝田達伸: 小型電子線形加速器による空気シャワーエネルギーの絶対較正の研究(300千円、500千円)
- C02 野中敏幸: TA実験サイトでの超高エネルギー宇宙線観測のための新型検出器の開発(300千円、300千円)
- C06 森正樹: 粒子種弁別・方向決定機能を持つ宇宙線研検出器の検討(400千円、50千円)
- C07 武多昭道: フィールド観測のための先端計測プラットフォームの開発(200千円、0千円)
- C03 竹田成宏: TA-FD観測の完全遠隔制御にかかる国内拠点の構築(350千円、70千円)

TA実験の成果(2017年)

www.icrc2017.org

ICRC2017

35th International Cosmic Ray Conference The Astroparticle Physics Conference

Physicists from the whole world present the results of their research in Astroparticle Physics. The main topics of Astroparticle Physics are Cosmic Ray Physics, Gamma-Ray Astronomy, Neutrino Astronomy, Dark Matter Physics, Solar and Heliospheric Physics, Astroparticle Physics Theory and Models and Experimental Methods, Techniques and Instrumentation.

12 - 20 July, 2017

BEXCO BUSAN KOREA

National Organizing Committee (NOC)

CHEON, Sung-Gu / HYU
CHUN, Eung-Jin / KIAS
KANG, Hyeesung / PNU
KIM, Hongtaek / HYU
KIM, Hongjo / KNU
KIM, Soe-Bong / SNU
KIM, Sun-Keo / SNU
KIM, Yongjaik / IBS
KYO, Pyungwon / KIAS
KWAK, Young-Sil / KASI
LEE, Chang-Heon / PNU
LEE, Dong-Hun / KHU
LEE, Hyun-Su / IBS
NAM, Soonkeon / KHU
OH, Siyeon / CNU
PARK, Heecheon / KHU
PARK, Il-Hu / SKKU / Chair
PARK, Seongchun / YSU
PARK, Yongjaik / KASI
ROTT, Christian / SKU
RYU, Dongsu / UNIST
SEO, Seon-Hee / SNU
SON, Dongchal / KNU
YU, YU / CNU

International Scientific Program Committee (ISPC)

AMATO, Elena / INFN-Astec
BARWICK, Steve / UC Irvine
BAUDIS, Laura / U. Zurich / Chair, DM
BAZILEVSKAYA, Galina / Russian Academy of Science
COHEN, Christina / Caltech / Chair, SH
DE GOUVEIA DAL PINO, Elisabete / U. de São Paulo
DE ORA WILHELM, Emma / Inst. Space Science CSIC, IEEC
DINGUS, Brenda / LANL
DONATO, Federica / Torino U., INFN
DRURY, Luke / DSIAS, Ireland
ELSASSER, Dethink / TU Dortmund
ENGLER, Ralph / KIT
EVENSEN, Pål / U. Delaware
FORTSON, Lucy / U. Minnesota
FUKUSHIMA, Masaki / ICRR / Chair, CR-I
GABIC, Stelano / APO
GHU, Piers / IPAC, Cerny
GUPTA, Sunil / TIFR, Mumbai
HANO, Sadakazu / Academia Sinica
HARRIS, Thomas / NASA / Chair, CR-II
HINTON, Jim / MPICHD / Chair, GA

International Advisory Committee (IAC)

HU, Hongbo / IHEP, CAS
ISHIHARA, Aya / Chiba U.
KATZ, Uli / U. Erlangen-Nürnberg / Chair, NU
KIM, Yongjaik / IBS
KNAUF, Gerrit / DESY
MANDRINI, Cristina H. / CONICET-UBA
MEENERY, Julie / NASA
MOHANTY, P.K. / TIFR, Mumbai
MORSE, Jonathan / Royal Holloway, U. London
NERONOV, Andrei / Geneva U.
OSHIMA, Akiohito / Chubu U.
PETREIRA, Sergio / GSSI, L'Aquila
POTGIETER, Marius / NWU, Potchefstroom
PTUSKIN, Vladimir / IZMIRAN, Moscow
QIN, Gang / Harbin Institute of Technology
ROLLET, Esteban / Bariliche
ROWELL, Gavin / U. Adelaide
RUFFOLO, David / Mahidol U.
SEO, Seon-Hee / Seoul National U.
SINGH, Piers / U. Utah
TORII, Shoji / Waseda U., JAXA
WENIGER, Christoph / GRAPPA, U. Amsterdam
ZAS, Enrique / ICFM, U. Santiago de Compostela
KAMPERT, Karl-Heinz / PARK, Il H. / Liaison

日本物理学会
2017年秋季大会プログラム
(宇都宮大学峰キャンパス)

期 日 2017年9月12日(火)～9月15日(金)
場 所 宇都宮大学峰キャンパス(宇都宮市峰町350)
電 話 090-4059-0688(大会本部臨時電話。会期中のみ使用可。)
U R L <http://amath.is.utsunomiya-u.ac.jp/jps2017/>(実行委員会ホームページ)
Twitter アカウント: @jps2017uu
開催領域 素粒子論領域 素粒子実験領域 理論核物理領域 実験核物理領域 宇宙線・宇宙物理領域

参加者は必ず総合受付で参加登録をしてください。(除:事前参加登録をされた方)。
現地での登録方法は2種類(Webからのクレジットカード払い、現金払い)あります。
登録後、参加票を(非会員の方は別冊プログラムも)お受け取りください。参加票には各自氏名と所属を記入の上、会期中見える位置につけて参加ください。
参加票を忘れて現地での再発行する場合は、手数料300円をいただきます。

○参加登録方法および参加費は次のとおりです。
a. Webからのクレジットカード払い(割引あり): URL:<http://www.toyoag.co.jp/>
予め上記URLから、Web上でクレジットカードによる決済を完了後、総合受付にお越しください。
b. 現金(現地)払い: 釣銭のないようお願いいたします。

	本学会員(不課税)		非会員(消費税込)	
	一般会員 / 賛助会員	学生 / シニア会員	一般	学生
Web決済	6,500円	3,750円	7,500円	5,000円
現金	7,000円	4,000円	8,000円	6,000円

○参加登録受付場所: 総合受付(ただし、最終日の13時00分以降は大会本部)
○参加登録受付時間: 8時30分～16時00分(9月12日～15日)
注: Webからのクレジットカード払いによる登録受付は最終日の12時まで
○お願い: 参加費および経費集のお支払いは、上記Webからのクレジットカード払いをご利用ください。なお、現金払いの場合は、釣銭のないようお願いいたします。
○注意: 参加される会員の方は、会誌8月号と同時に発行されるプログラム(増刊号)を忘れずにお持ち下さい。会員には、参加登録の際、プログラムの配布はいたしません。プログラムをご希望の場合は有料(1冊500円)となります。また、部数に限りがあるため、ご希望に添えない事もありますので、予めご承知をお願いします。

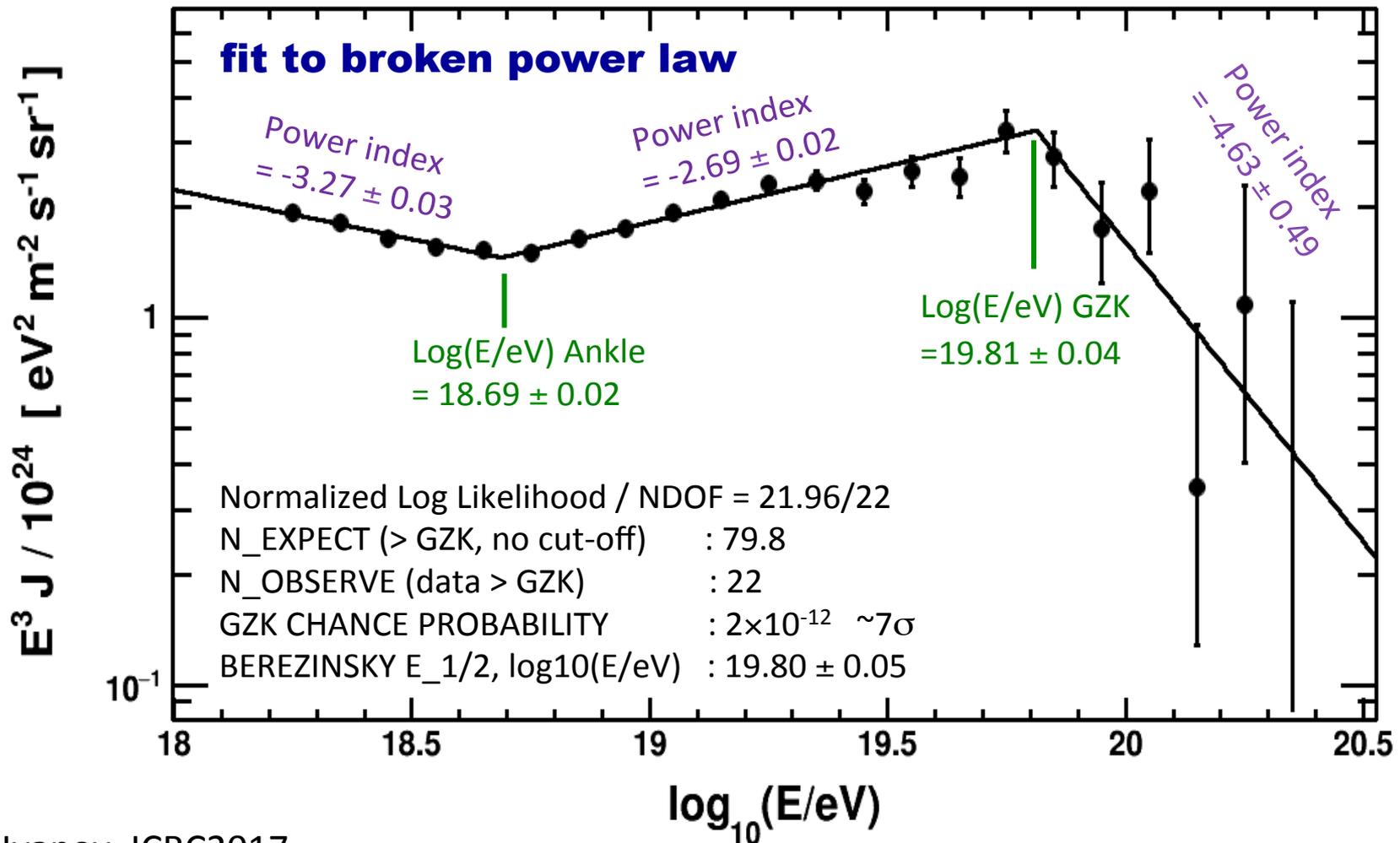
目次

臨時電話、開催領域、目次.....1
実行委員会、謝辞、講演概要集(Webアクセス権および記録保存用DVD版)頒価.....2
参加者への案内、講演者への案内.....3
交通案内.....4
会場周辺図.....5
会場案内.....6
会場配置図.....9
市民科学講演会.....11
日程表.....12
領域別使用会場一覧表、シンポジウム一覧表.....13
招待講演一覧表、企画講演一覧表、チュートリアル講演一覧表.....14
インフォーマルミーティング一覧表、領域運営委員一覧表.....15
講演プログラム(日付順に掲載しています).....16
12日(16～25) 13日(26～36) 14日(37～43) 15日(44～49)
登壇者索引.....50

(1)

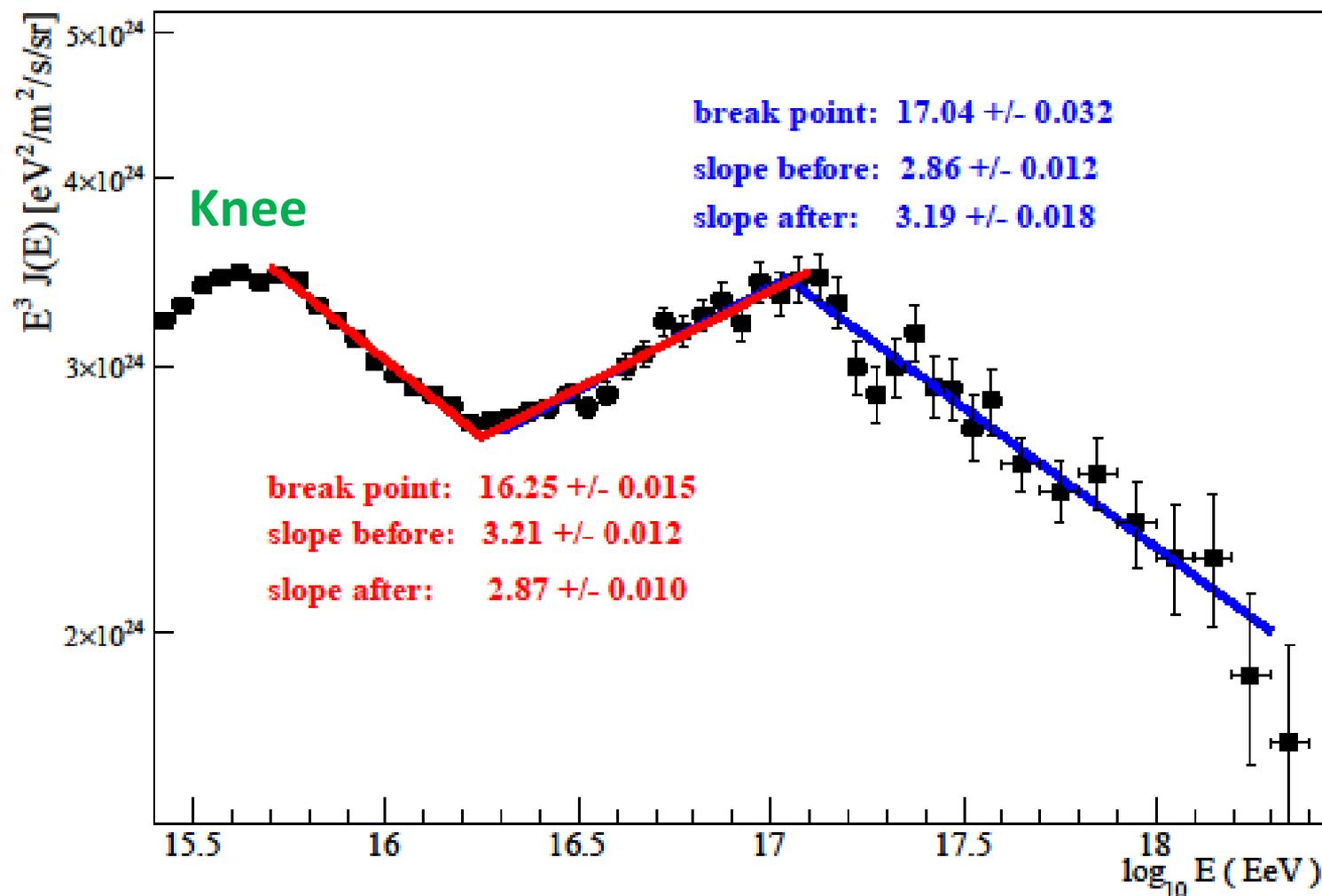
10^{18} eV以上（高エネルギー側）のスペクトル

TA SD アレイ9年分のデータ

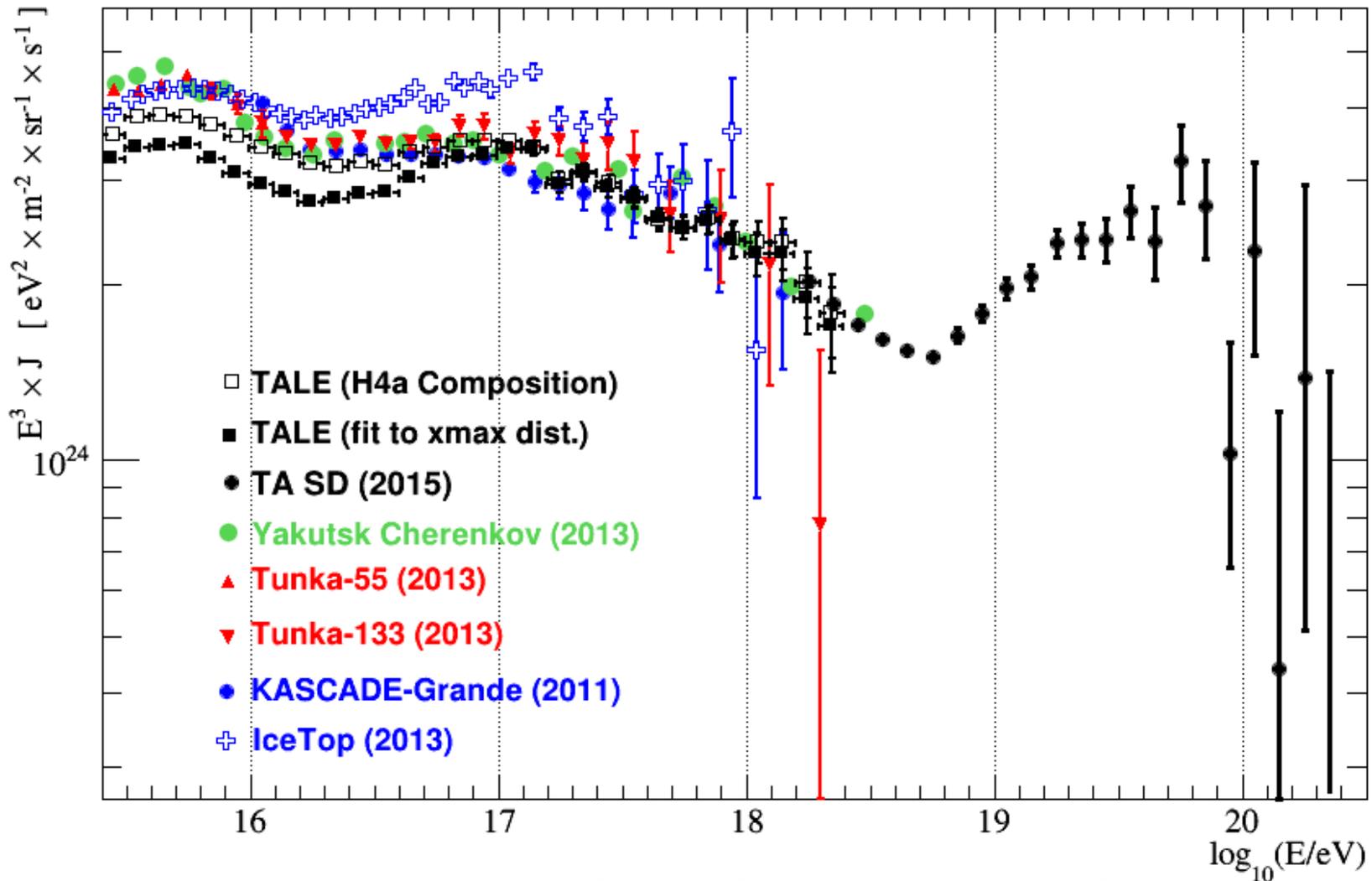


10^{18} eV以下（低エネルギー側）のスペクトル

TALE FD単眼 22ヶ月分のデータ



2つ合わせて、他の実験と比較

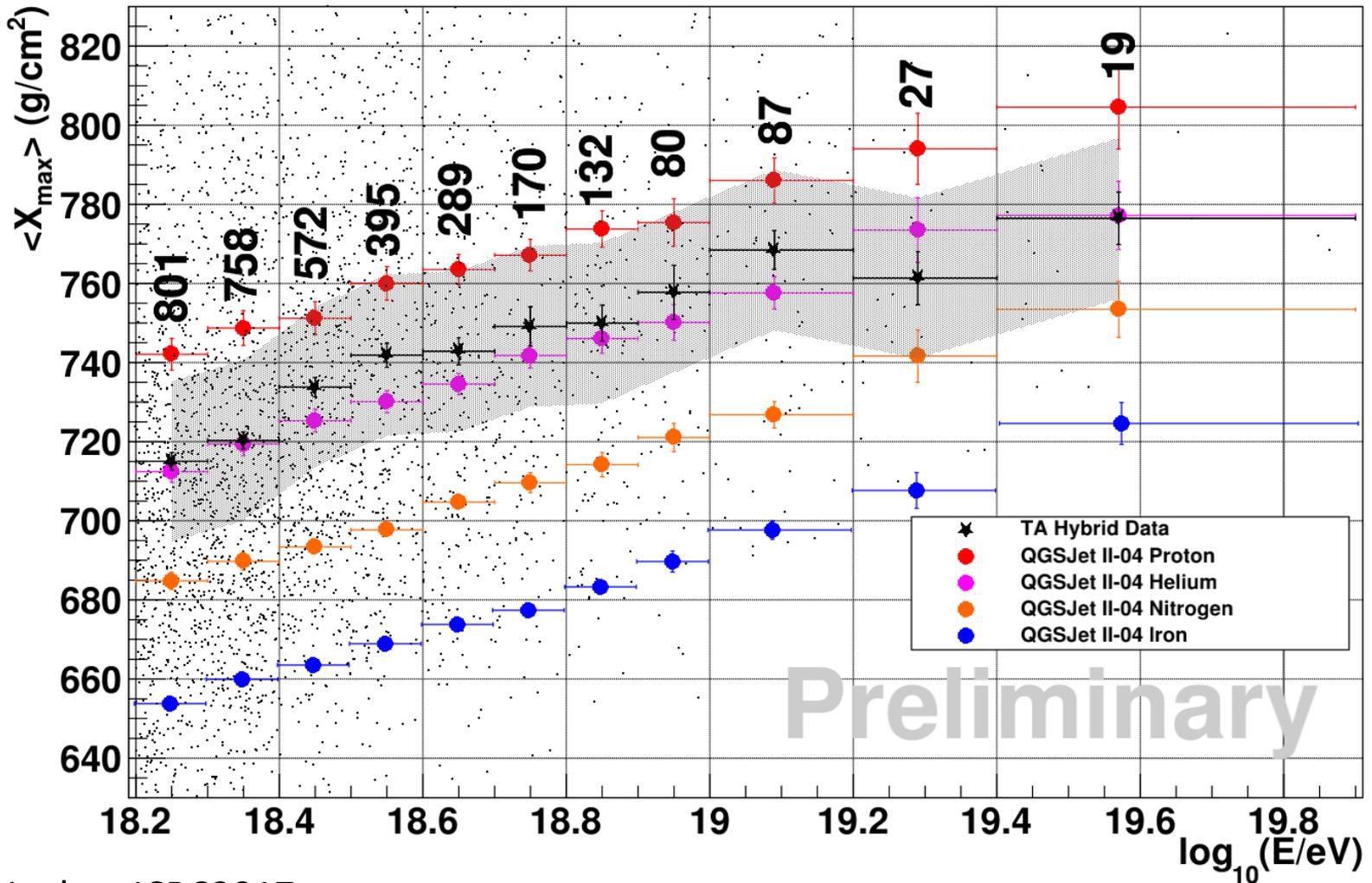


The H4a model is used by other groups including Ice Top.

T. AbuZayyad, ICRC2017

Comparison of the flux using H4a model & TALE Xmax fits checks the systematic error due to uncertainty of the true composition.

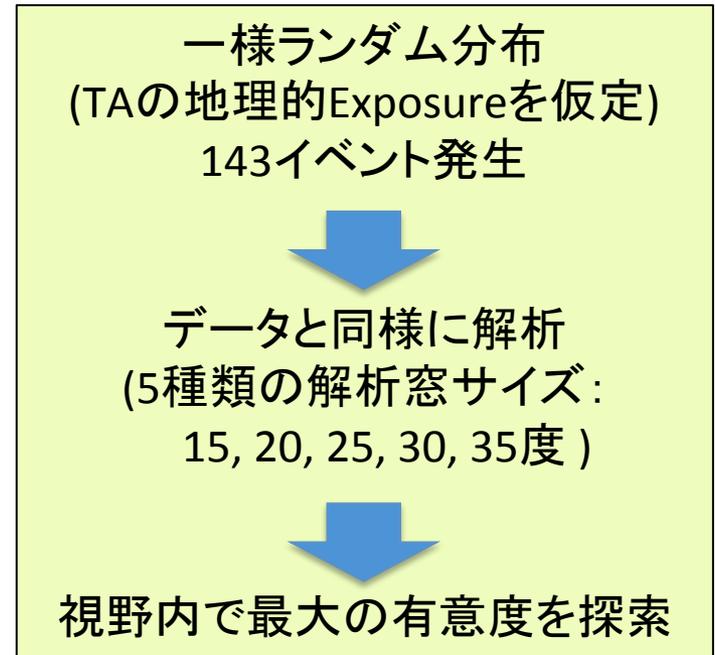
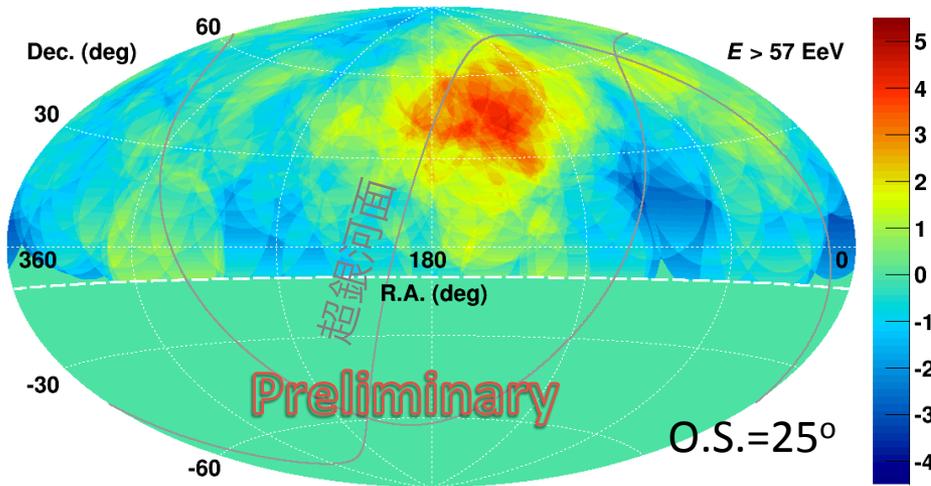
BR/LR Hybrid Composition



Preliminary



MCによる偶然確率の見積り



以上を繰り返し確率を見積もる

最大有意度 $\sim 5\sigma$ @ 25°

偶然確率 $\sim 3\sigma$

K. Kawata (TA Collab.), JPS2017

※詳細な計算は現在検討中

TA×4実験



TAx4実験

500 台SD, 2.08 km 間隔 拡張アレイ

($E > 57 \text{ EeV}$ 再構成効率 $> 95\%$,

角度分解能 2.2度,

エネルギー分解能 $\sim 25\%$)

→ TA SDと合わせて

TA SDの4倍の検出面積($\sim 3000 \text{ km}^2$)

2015年4月 科研費 **採択**

2016年までに173台のSD製作

→ユタ・TAサイト

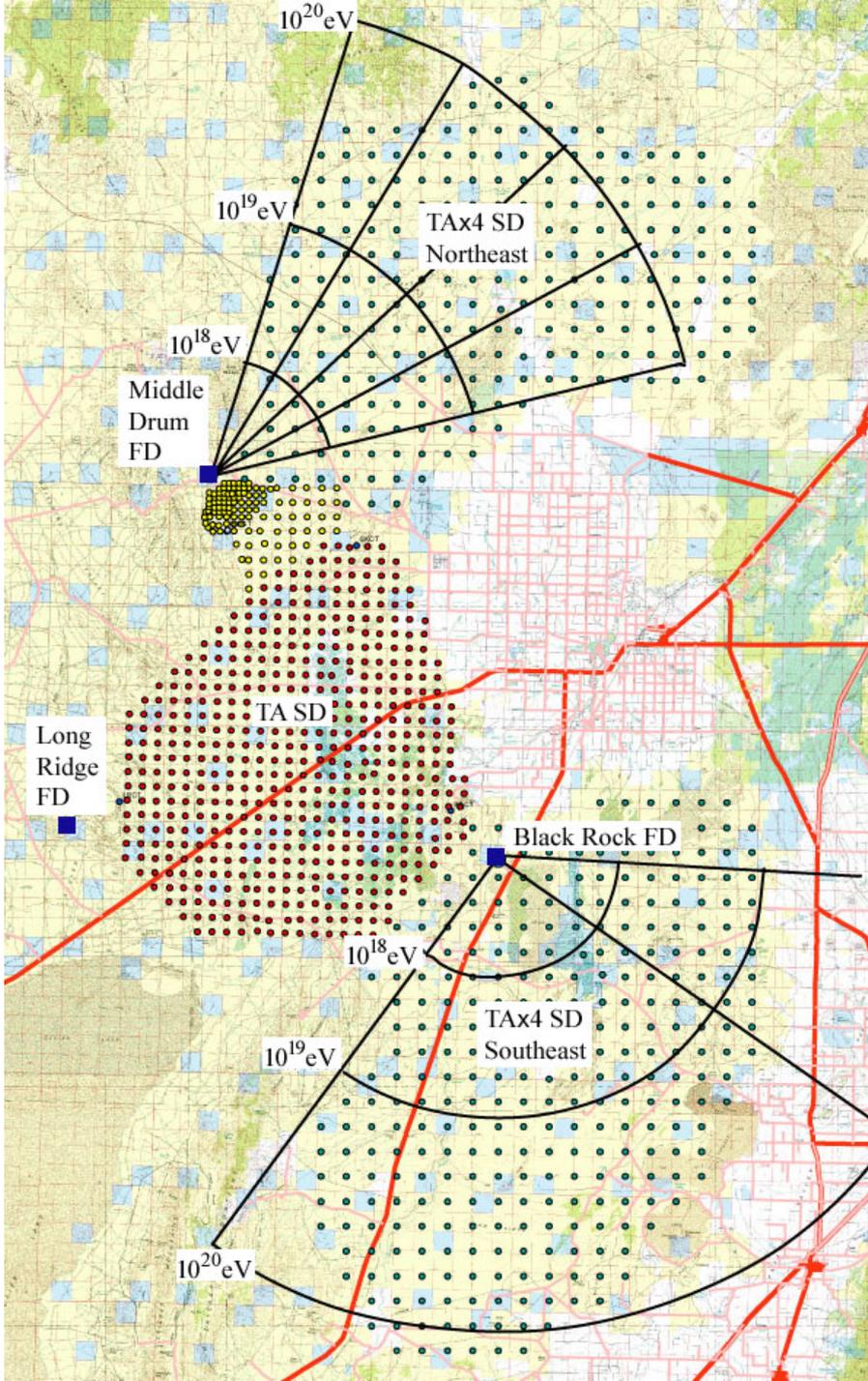
2 FD ステーション(4+8 HiRes Telescopes)

の建設 US NSFに申請

2016年**採択**

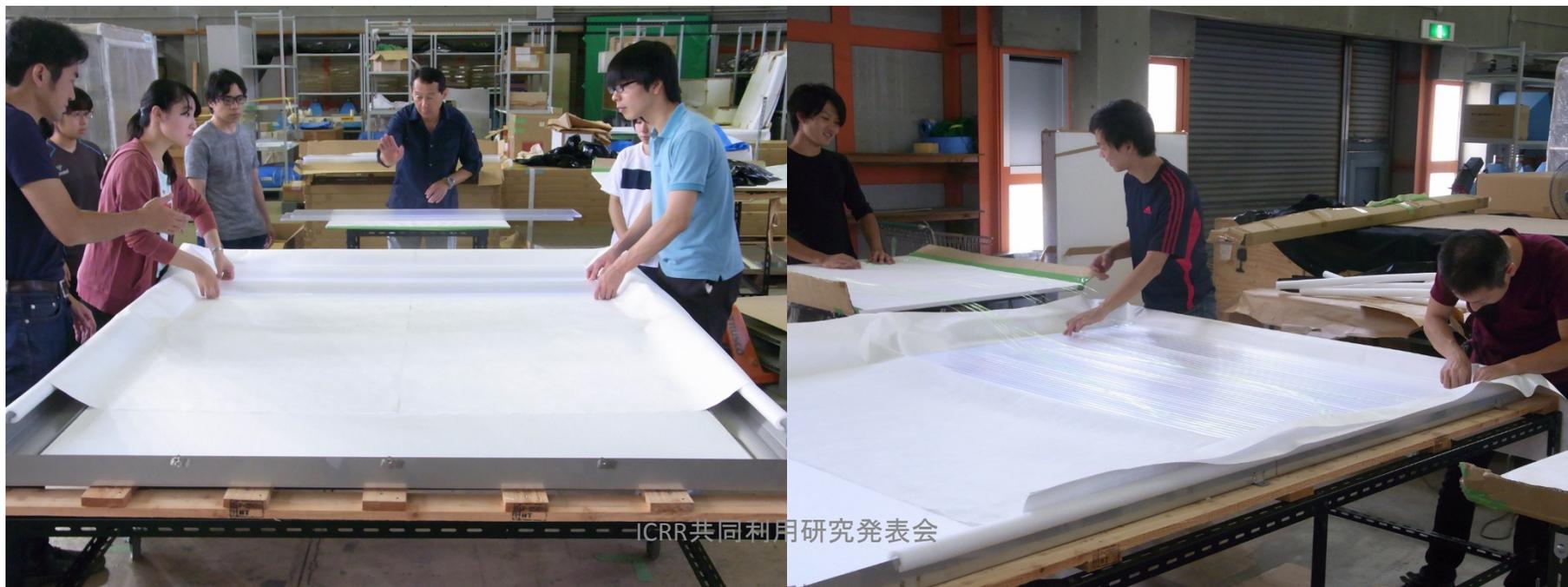
→ TA SD 19 年分のデータ取得

TAハイブリッド16.3年分のデータ取得



(2017年)シンチボックス組立作業

- 7月31日 – 8月30日, 明野観測所
- 77台(うち45台はTALE用)組み立て→ 合計250台製作
- 人員: 平均9.4人 (内45台はTALE-SD用)
- 1日約4.3台製作



(2017年)TA×4-SD くい打ち作業

- **550**箇所にくい打ち完了
- 通信塔への視線を確認
 - GPS座標を記録、くいを打つ
 - 土地管理局がその場所を調べる
- 327箇所 はATVsを用いて、4チーム8人でアクセス
- 6月 7-15日
- 223箇所はヘリコプターで
- 8月22-24日
- 5チーム5人でアクセス

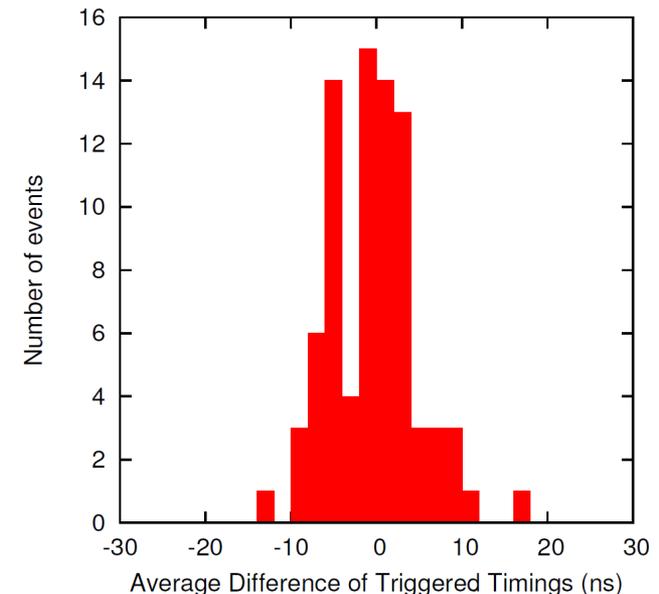
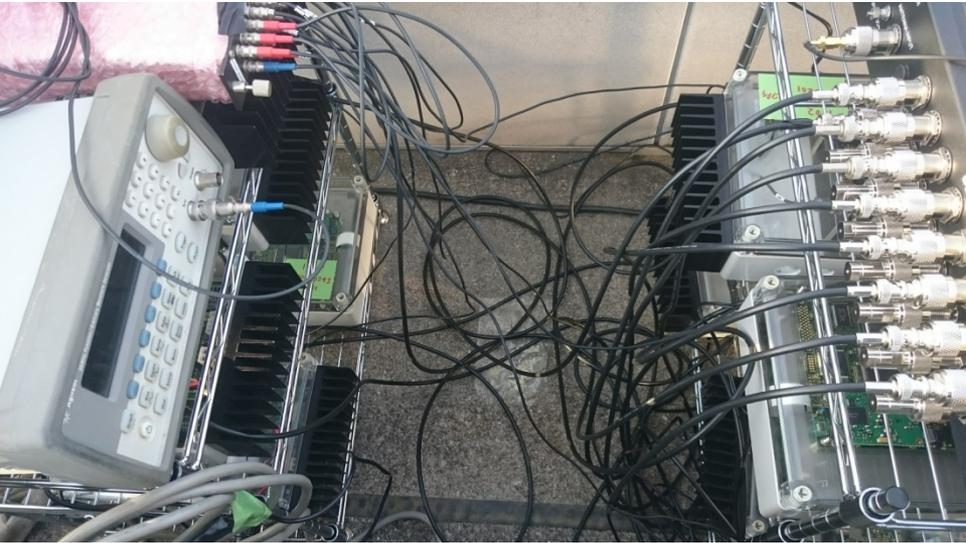


TA実験関連共同利用採択研究

- E14 佐川宏行: 宇宙線望遠鏡による極高エネルギー宇宙線の研究(0千円、900千円)
- E15 有働慈治: TA実験サイトでの新型大気蛍光望遠鏡による極高エネルギー宇宙線観測(250千円、0千円)
- E16 木戸英治: TA×4及びTALE実験 地表検出器の時間及び位置の較正(100千円、250千円)
- E17 荻尾彰一: TALE実験用地表検出器の開発と性能試験(100千円、450千円)
- E18 池田大輔 最高エネルギー宇宙線の電波的観測の研究(200千円、250千円)
- E19 多米田裕一郎: 次世代の超高エネルギー宇宙線観測のためのフレネルレンズ型大気蛍光望遠鏡の開発研究(200千円、300千円)
- E20 奥田剛司: TA地表粒子検出器による雷と関連する特異事象観測(300千円、250千円)
- E21 富田孝幸: 新型大気蛍光望遠鏡における電力時給システム・検出器保護システムの開発(0千円、250千円)
- E22 富田孝幸: ドローンに搭載された標準光源による大気蛍光望遠鏡の検出器応答および工学系の較正(0千円、250千円)
- E23 山崎勝也: 大気蛍光望遠鏡の自動観測を目指した夜間雲量測定用CCDカメラの開発と解析(450千円、300千円)
- E24 芝田達伸: 小型電子線形加速器による空気シャワーエネルギーの絶対較正の研究(300千円、500千円)
- C02 野中敏幸: TA実験サイトでの超高エネルギー宇宙線観測のための新型検出器の開発(300千円、300千円)
- C06 森正樹: 粒子種弁別・方向決定機能を持つ宇宙線研検出器の検討(400千円、50千円)
- C07 武多昭道: フィールド観測のための先端計測プラットフォームの開発(200千円、0千円)
- C03 竹田成宏: TA-FD観測の完全遠隔制御にかかる国内拠点の構築(350千円、70千円)

TA×4及びTALE実験 地表検出器の時間及び位置の較正

GPSレシーバの1 ppsタイミングの
相対的なオフセットの分布



予算→セットアップ(GPS信号分割器等)の購入、旅費
成果:

今後使用する全てのGPSレシーバ98個の1 pps のタイミングのばらつき、オフセットを測定
ばらつき: 1シグマ 9.4 ns, オフセット: 17 ns以下 → 問題なし

TA実験で現在使用しているGPSレシーバとのオフセットの違い: 約70 ns→混合しない
試験の再現性は、日本と米国ユタで確認。

今後位置の測定精度についても検討する。

(2017年)TA×4他の作業と今後の予定

2017年度

- 9月-10月 SD用エレクトロニクスの組立, 試験
(2016年度TALE用100セット、2017年TA×4用300セット)
- 11月米国ユタ州デルタで今夏製作したSDの組立
- 土地利用交渉(連邦政府、ユタ州)
- TA×4 FD設置開始(北)

2018年度

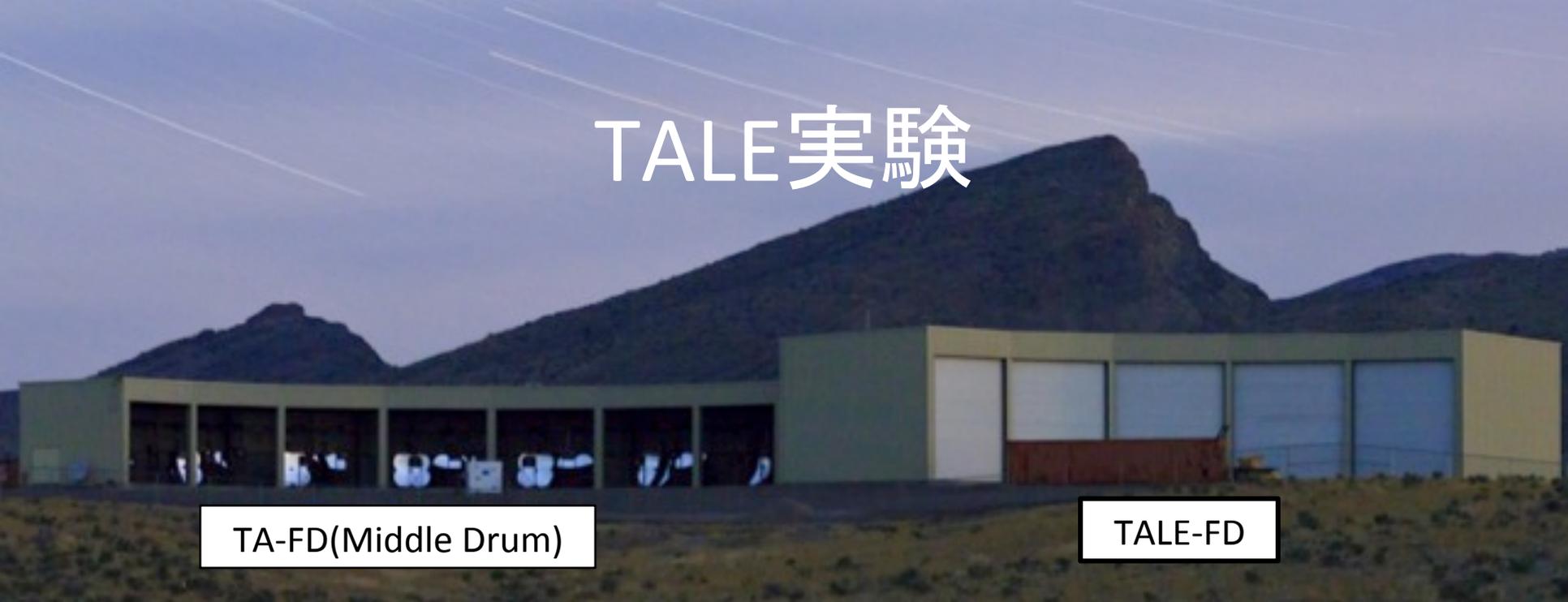
- SD用通信塔の建設
- TA×4実験サイトへのSD設置
- 無線通信アンテナ調整
- TA×4 FD設置開始(南)



TA実験関連共同利用採択研究

- E14 佐川宏行: 宇宙線望遠鏡による極高エネルギー宇宙線の研究(0千円、900千円)
- E15 有働慈治: TA実験サイトでの新型大気蛍光望遠鏡による極高エネルギー宇宙線観測(250千円、0千円)
- E16 木戸英治: TA×4及びTALE実験 地表検出器の時間及び位置の較正(100千円、250千円)
- E17 荻尾彰一: TALE実験用地表検出器の開発と性能試験(100千円、450千円)**
- E18 池田大輔 最高エネルギー宇宙線の電波的観測の研究(200千円、250千円)
- E19 多米田裕一郎: 次世代の超高エネルギー宇宙線観測のためのフレネルレンズ型大気蛍光望遠鏡の開発研究(200千円、300千円)
- E20 奥田剛司: TA地表粒子検出器による雷と関連する特異事象観測(300千円、250千円)
- E21 富田孝幸: 新型大気蛍光望遠鏡における電力時給システム・検出器保護システムの開発(0千円、250千円)
- E22 富田孝幸: ドローンに搭載された標準光源による大気蛍光望遠鏡の検出器応答および工学系の較正(0千円、250千円)
- E23 山崎勝也: 大気蛍光望遠鏡の自動観測を目指した夜間雲量測定用CCDカメラの開発と解析(450千円、300千円)
- E24 芝田達伸: 小型電子線形加速器による空気シャワーエネルギーの絶対較正の研究(300千円、500千円)
- C02 野中敏幸: TA実験サイトでの超高エネルギー宇宙線観測のための新型検出器の開発(300千円、300千円)
- C06 森正樹: 粒子種弁別・方向決定機能を持つ宇宙線研検出器の検討(400千円、50千円)
- C07 武多昭道: フィールド観測のための先端計測プラットフォームの開発(200千円、0千円)
- C03 竹田成宏: TA-FD観測の完全遠隔制御にかかる国内拠点の構築(350千円、70千円)

TALE実験



TA-FD(Middle Drum)

TALE-FD



2017年12月9日(土)
TALE-FD望遠鏡



TALE-SD設置準備@Middle Drum(2017年2月)

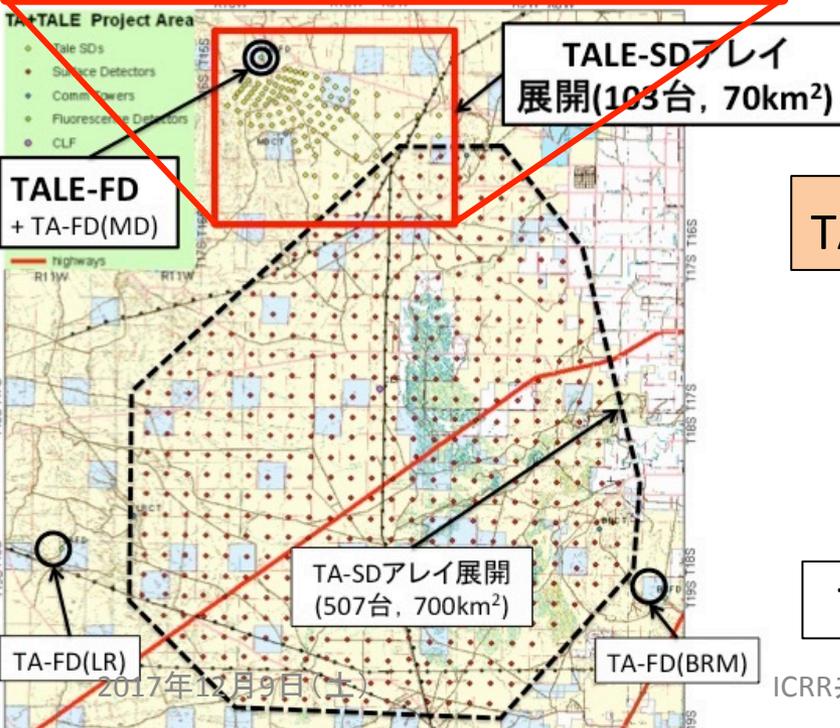
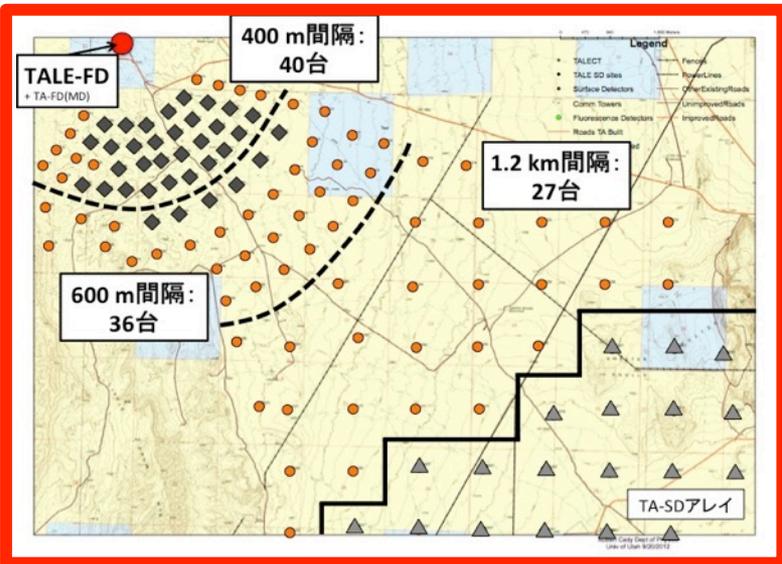
TALE実験

ハイブリッド観測による $10^{16} \sim 10^{18}$ eV領域のエネルギースペクトルと化学組成の精密測定

高仰角FD + 高密度配置SDアレイ
(FD 10台 + SD 103台)

→ TA実験の感度を低エネルギーに拡張
ELSによって校正されたTA実験をシームレスに
TALE実験に拡張

→ エネルギースペクトルの精密測定
FDとSDによるハイブリッド観測
→ 化学組成の精密測定



TALEハイブリッドの期待される性能

しきい値エネルギー : $\log E = 16.0$
イベントレート: 約5,000 イベント/年
到来方向決定精度 = 1.0° (FD単眼: 5.3°)
Xmax決定精度 = 20 g/cm^2 (FD単眼: 60 g/cm^2)

TAハイブリッドのイベントレート : ~ 2000 イベント/年

TALE-SDアレイの現状



TALE-SDアレイ通信塔の設置
(2012年10月)



TA×4用のSDにTALE用エレクトロニクスを組み込み、
試験的にTALE-SDエリアに設置、無線通信調整
(2017年2-3月)



2017年12月9日(土)



TALE-SDアレイ(2017年12月現在)

2017年2月の時点でTA×4 SDアレイの設置準備が完了していなかったため、試験的にTA×4用のSDをTALEサイトに設置
→ SD103台のfull TALE-SDアレイ

TALE実験の現状サマリ

TALE-FD

- 2013年9月から定常観測
- (日本側)TALE単眼解析プログラム完成
- TALE-MD複眼解析プログラム開発中

TALE-SDアレイ

- 2017年2月に設置(87台)→試験観測を継続中
- 解析プログラム開発中

TALEハイブリッド

- TALE-FDからのトリガー送出完成
- TALE-SD側のトリガー受信・データ収集系開発中

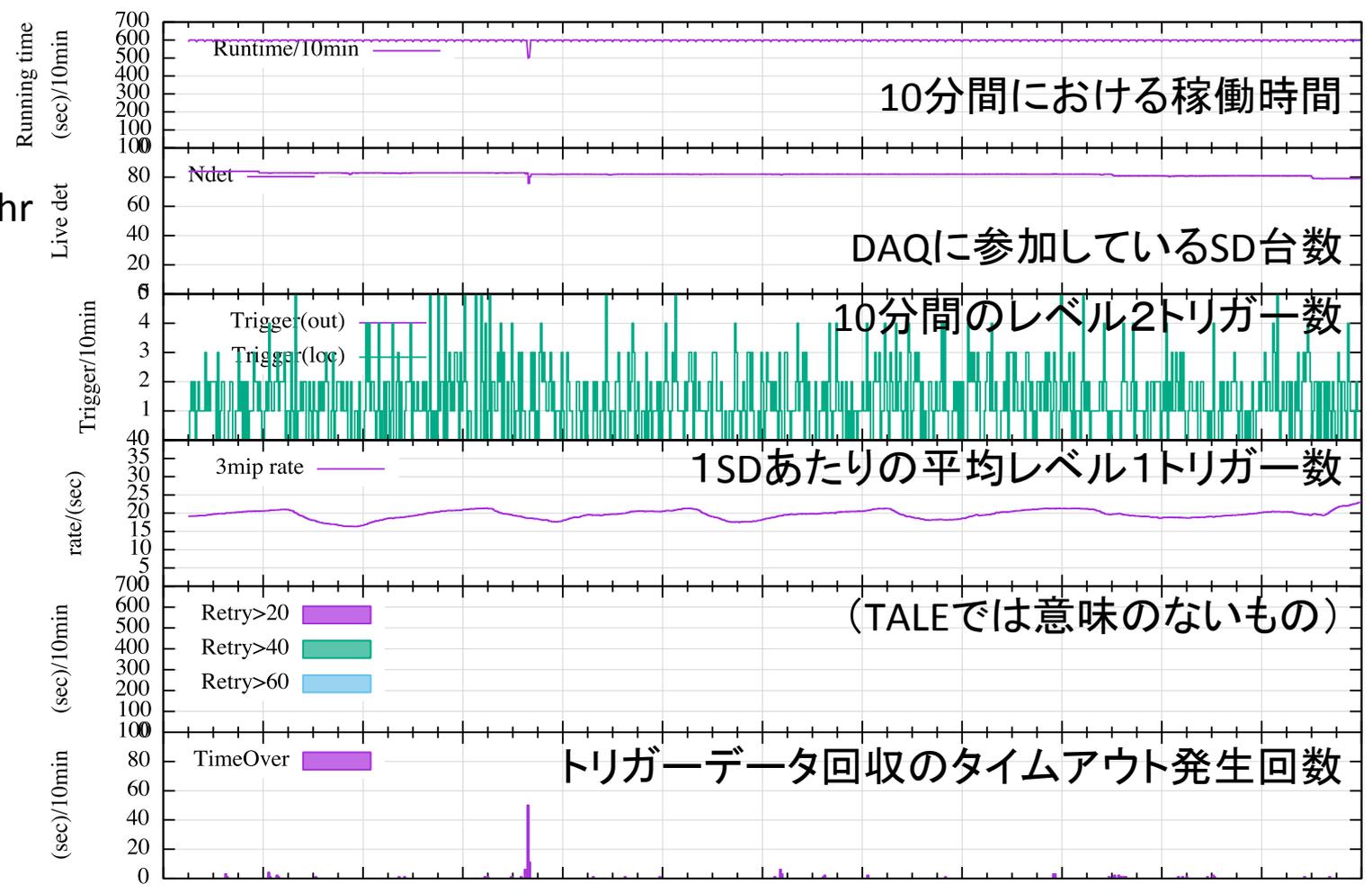
- : 最新のDAQプログラム(84台)
- : DAQプログラム未更新(3台)
- ⊙ : エレクトロニクス未実装(16台)

TALE-SDアレイの運転状況

定常連続観測はしていない。
 DAQプログラムの改良・高速化のための
 試験観測

- トリガー条件
- レベル0: >0.3MIP (波形信号保持)
 - レベル1: >3MIP in 2.56us (検出器ヒット)
 - レベル2: 検出器ヒットが5台以上 in 8us (データ収集トリガー)

(平均レート)
 レベル1: 20 Hz
 レベル2: 10~12/hr



2017年12月9日(土)

TALE-SDの 運転状況

10分間あたりの
通信エラー数

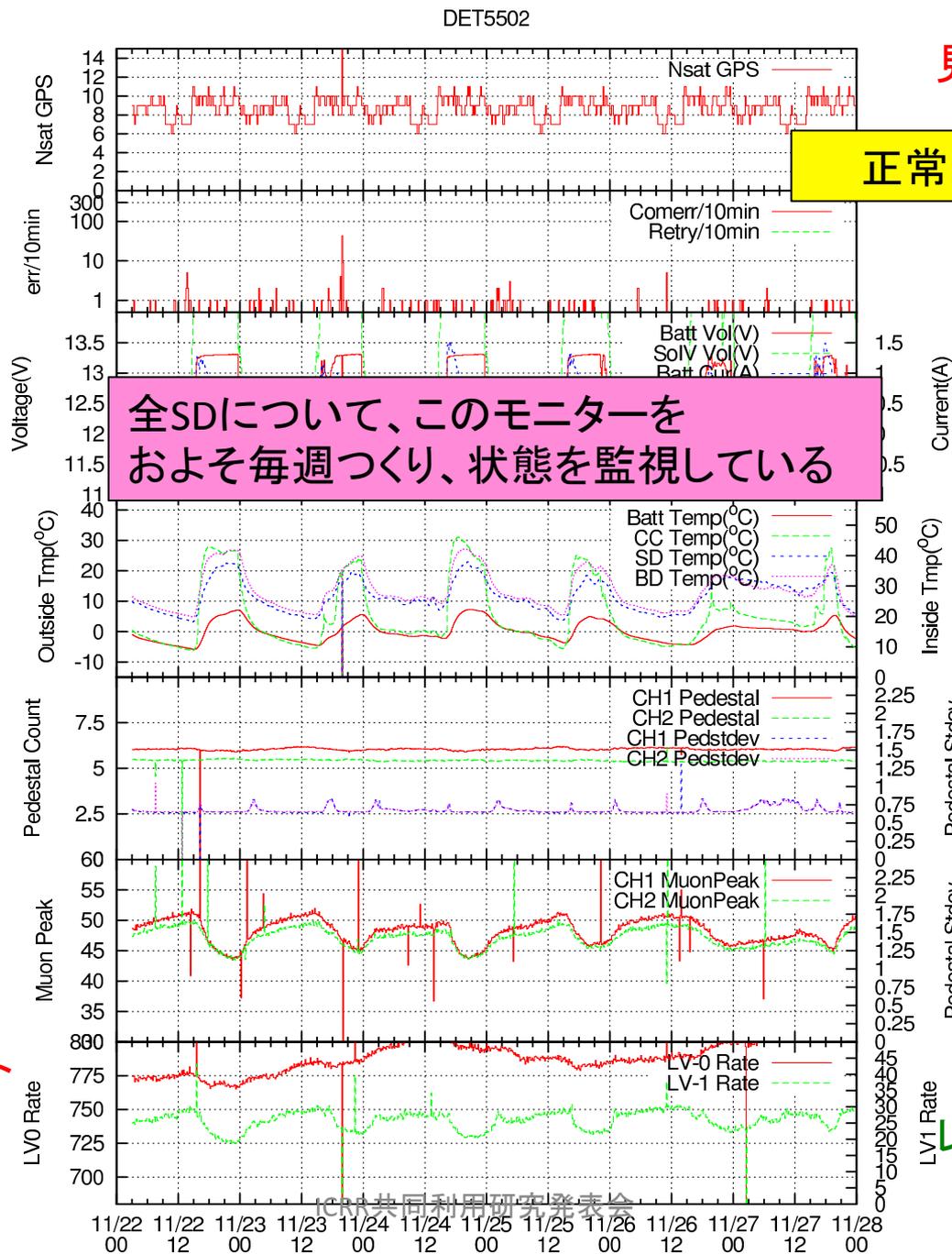
バッテリー電圧
太陽電池電圧

バッテリー温度
シンチレーター温度

CH1ペDESTAL
CH2ペDESTAL

CH1 1MIP ピーク
CH2 1MIP ピーク

レベル0トリガーレート



見えているGPS衛星数

正常に動作しているSD

全SDについて、このモニターを
およそ毎週つくり、状態を監視している

バッテリー電流

電源制御部温度
DAQ回路温度

CH1ペDESTAL変動
CH2ペDESTAL変動

レベル1トリガーレート

TALE-SDの 運転状況

10分間あたりの
通信エラー数

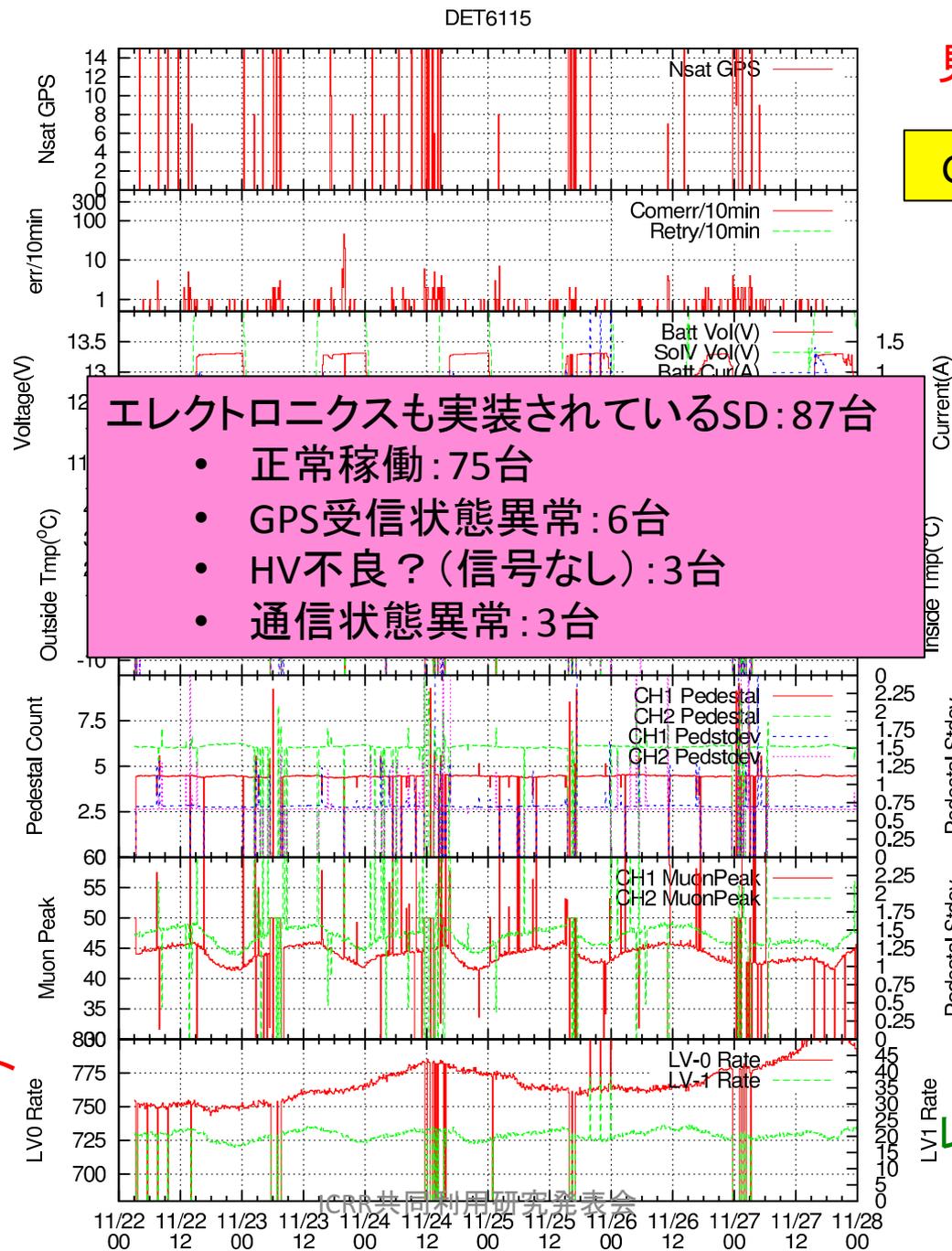
バッテリー電圧
太陽電池電圧

バッテリー温度
シンチレーター温度

CH1ペDESTAL
CH2ペDESTAL

CH1 1MIP ピーク
CH2 1MIP ピーク

レベル0トリガーレート



エレクトロニクスも実装されているSD: 87台

- 正常稼働: 75台
- GPS受信状態異常: 6台
- HV不良? (信号なし): 3台
- 通信状態異常: 3台

見えているGPS衛星数

GPSに問題があるSD

バッテリー電流

電源制御部温度
DAQ回路温度

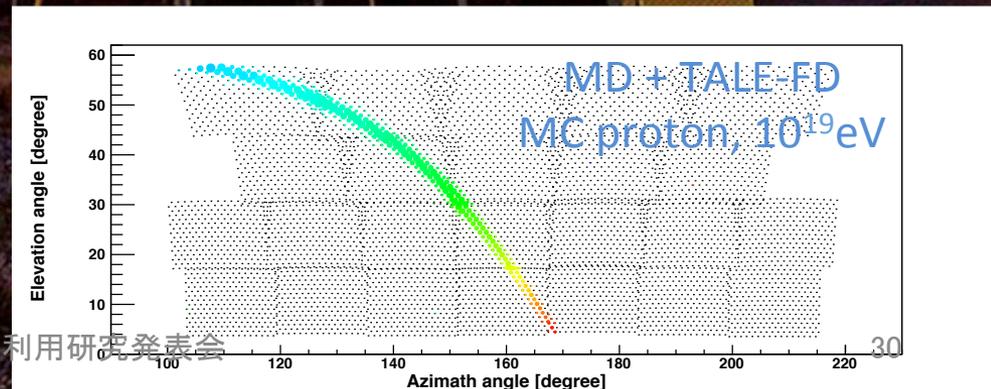
CH1ペDESTAL変動
CH2ペDESTAL変動

レベル1トリガーレート

TALE実験用データ解析プログラム

2017年12月9日(土)

ICRR共同利用研究発表会



BRM/LR、MD、TALE-FDの違い



BRM, LR



MD



TALE-FD

望遠鏡
1ステーションに12台

望遠鏡
14台

望遠鏡
10台

反射鏡
18枚合成
直径3.3m



反射鏡
4枚合成
直径2.5m

BRM/LRと異なる
反射特性



カメラ
89cmx102cm
15°x18°
61cmPMT



カメラ
64cmx71cm
14°x14°
42cmPMT

UVフィルターの透過率、
PMTの量子効率も
BRM/LRと異なる



エレクトロニクス
40MHzサンプリング
12bit FADC

エレクトロニクス
積分時間幅5.6μs
12bit 積分型ADC

エレクトロニクス
10MHzサンプリング
8bit FADC

データ解析の流れ

今回報告するのは、この単眼解析プログラムの開発



データ読み込み

データ読み込み

データ読み込み

変換・校正

変換・校正

変換・校正

解析に使用する信号の選別

シャワージオメトリの再構成

シャワー縦方向発達の再構成

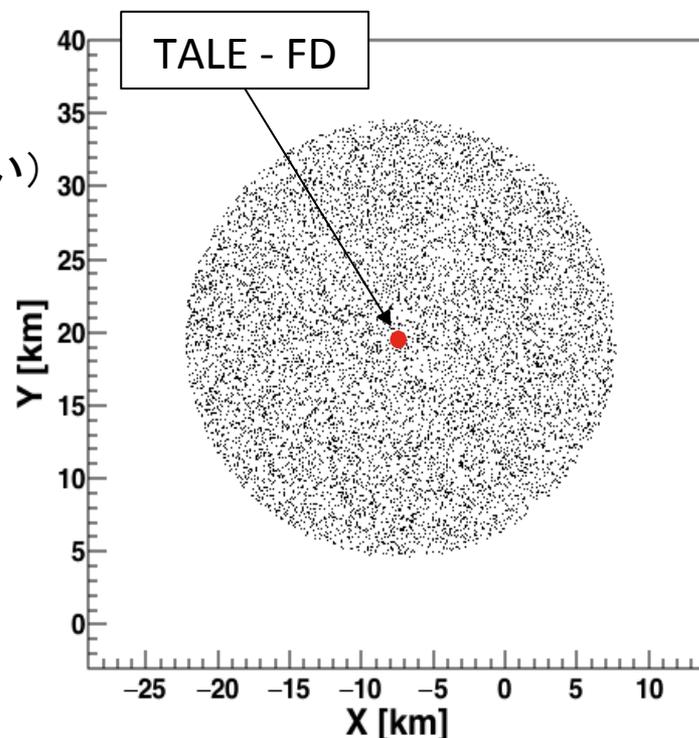
TALE-FD単眼解析プログラムの性能評価のためのMC計算とイベント選別

- シミュレーション条件

- Gaisser-Hillas縦方向発達関数を用いたシャワー計算 (TA/TALE解析プログラムに組み込み。CORSIKAではない)
- 一次宇宙線：陽子
- エネルギー： $10^{17.5}$ eV, $10^{18.0}$ eV
- 範囲：天頂角 $0^\circ \sim 65^\circ$ 、方位角 $0^\circ \sim 360^\circ$ で一様ランダム
- コア位置：TALE-FD中心の半径 15km内にランダム

- イベント選別条件

- The χ^2 of the geometry fit < 3.5
- The χ^2 of the profile fit < 5.0
- Xend - Xstart > 150 g/cm²
- Inverse Angular Speed > 0.01 μ s/
- Track length > 5.0°
- Zenith Angle < 50°
- Rp > 500 m
- Xstart < Xmax < Xend
- Time Extent > 2.0 μ s
- Xstart > 200 g/cm²

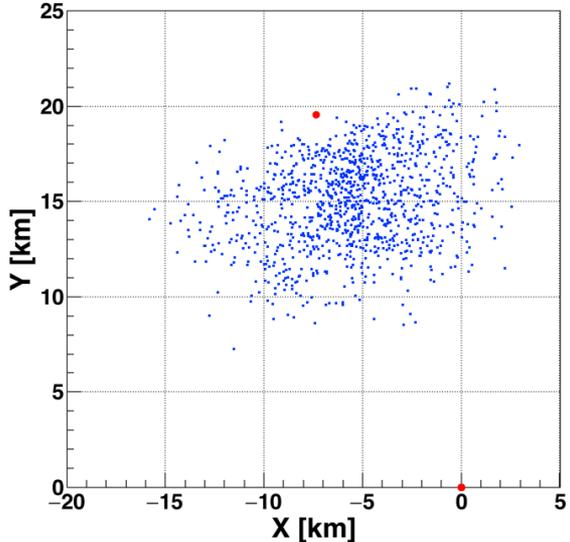


	logE[eV]=17.5	logE[eV]=18.0
生成したMC事象数	110000	36407
ジオメトリ再構成後	8077	1361
縦方向発達再構成後	6393	1194
イベントセレクション後	1088	225

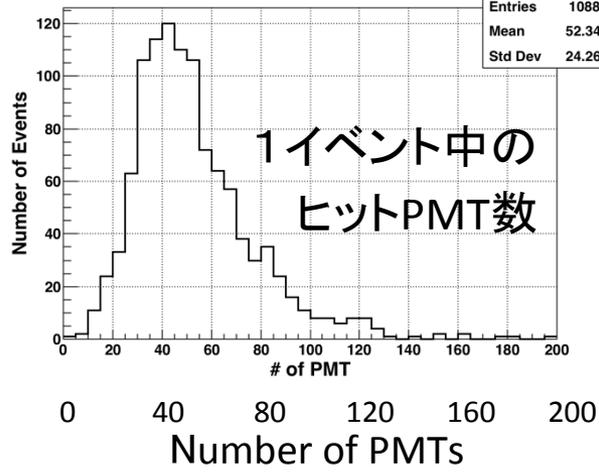
シャワーパラメータ分布

ヒット = **p.e.以上

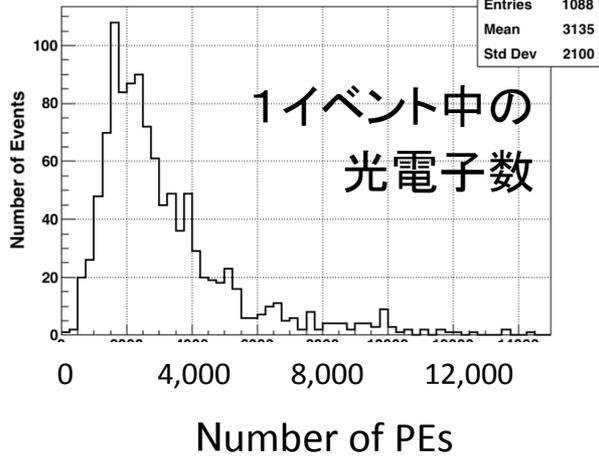
Reconstruction



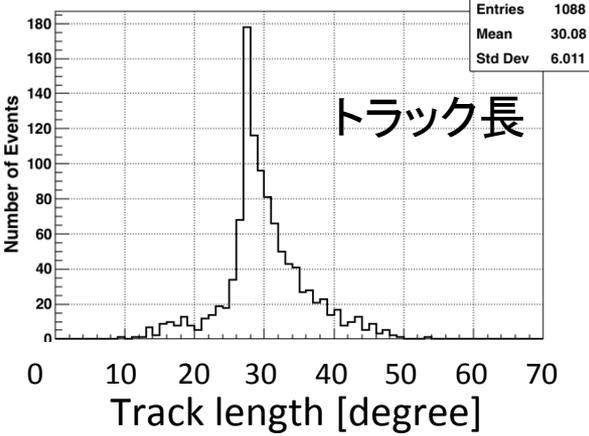
of PMT



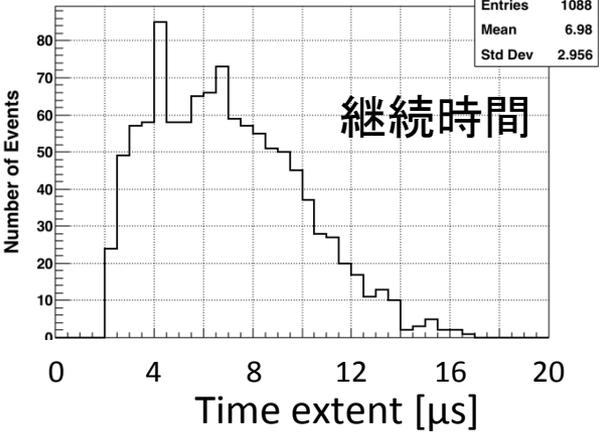
of PE



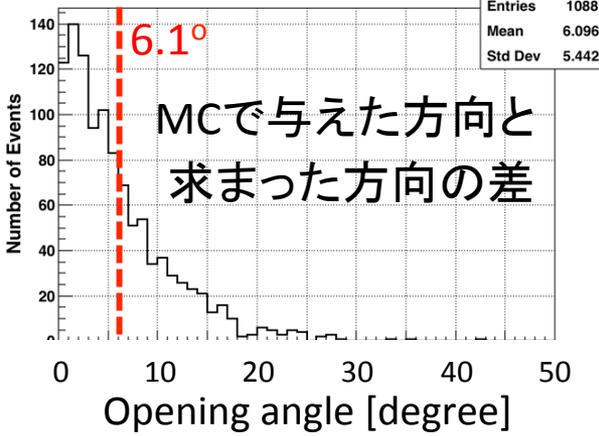
Track Length



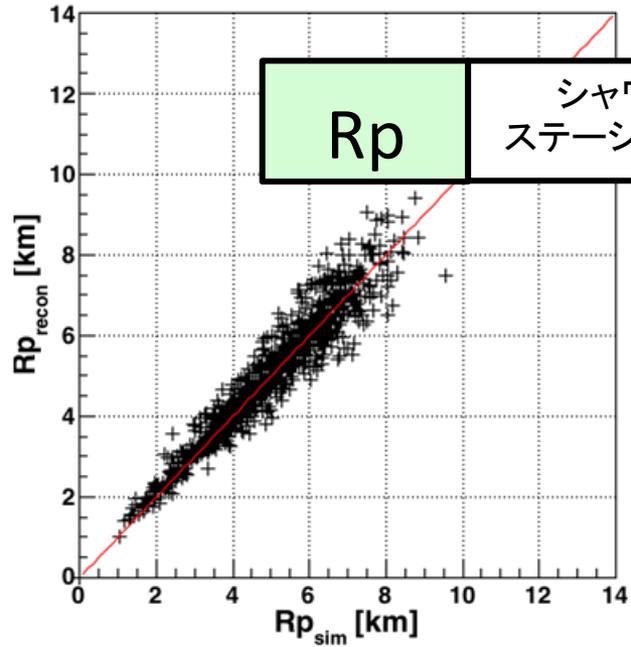
Time Extent



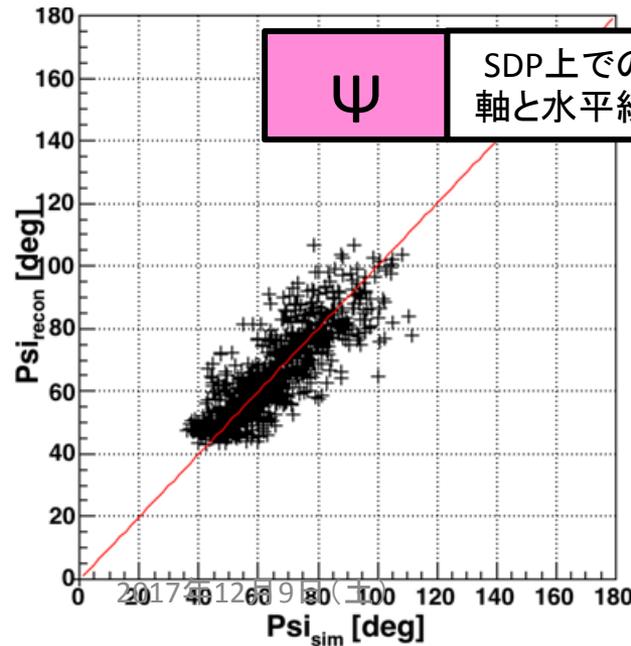
Open Angle



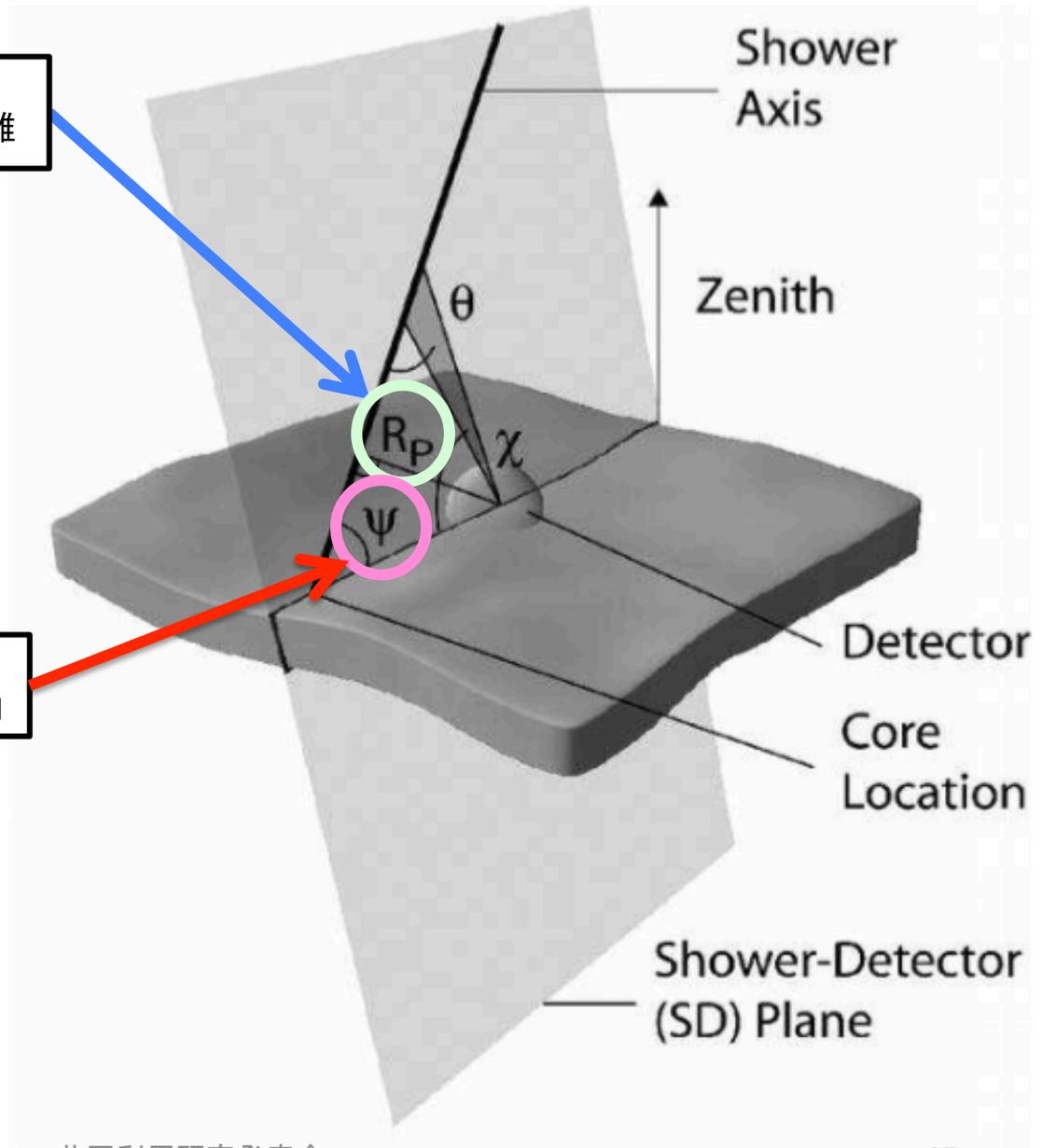
Thrown (横軸) と再構成 (縦軸) の比較



R_p シャワー軸とステーションの距離

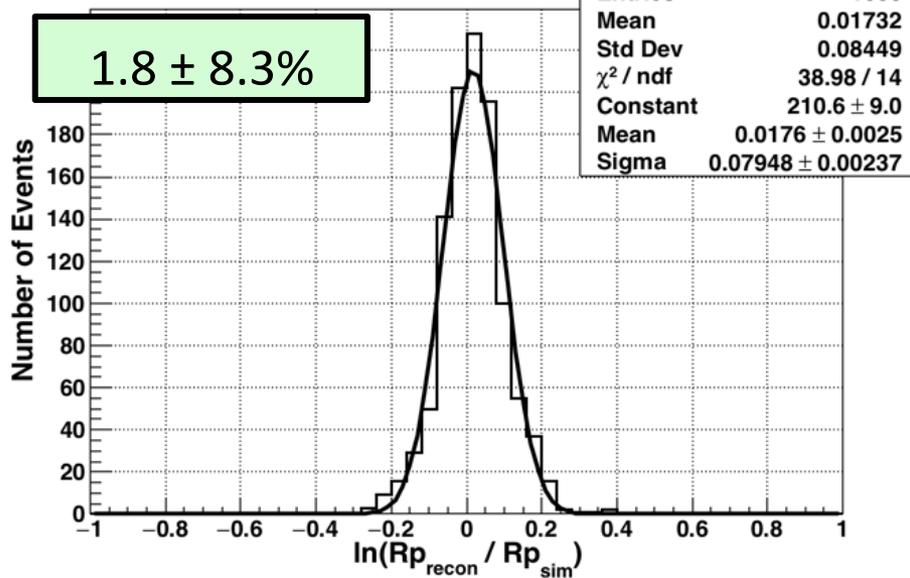
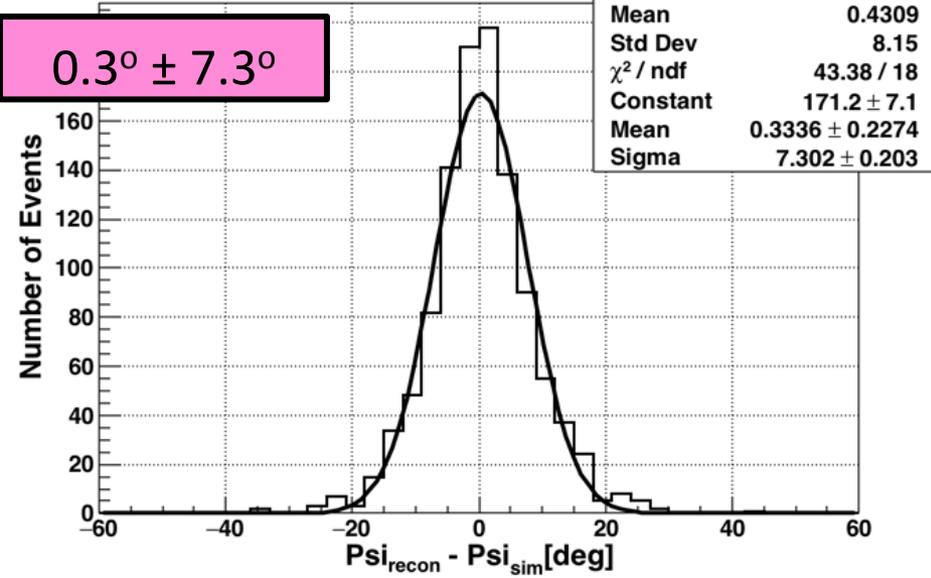


Ψ SDP上でのシャワー軸と水平線のなす角



シャワージオメトリ再構成の精度

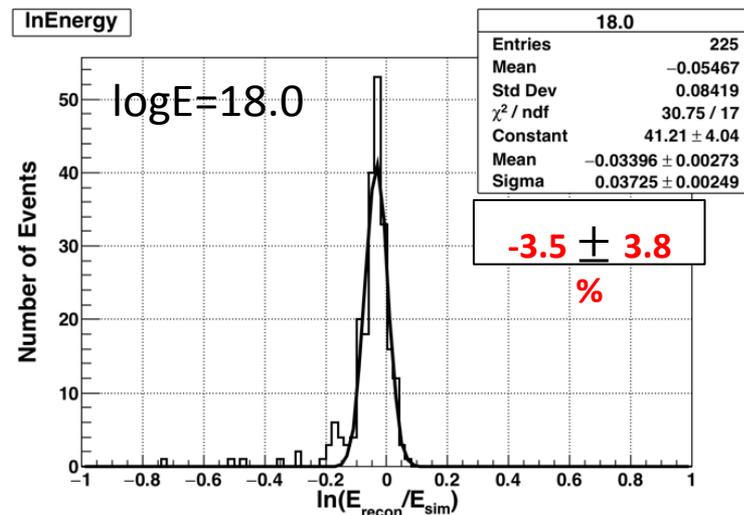
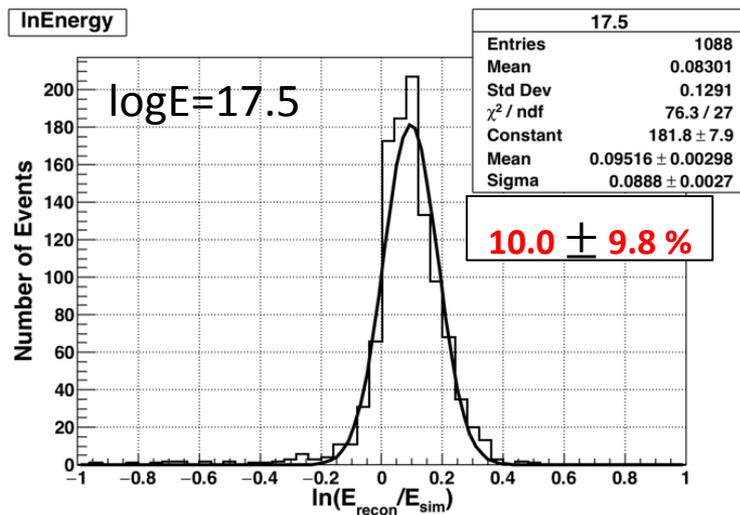
Rp

シャワー軸と
ステーションの距離 $1.8 \pm 8.3\%$  Ψ SDP上でのシャワー
軸と水平線のなす角 $0.3^\circ \pm 7.3^\circ$  $1.8 \pm 6.6\%$ $-1.1^\circ \pm 7.1^\circ$

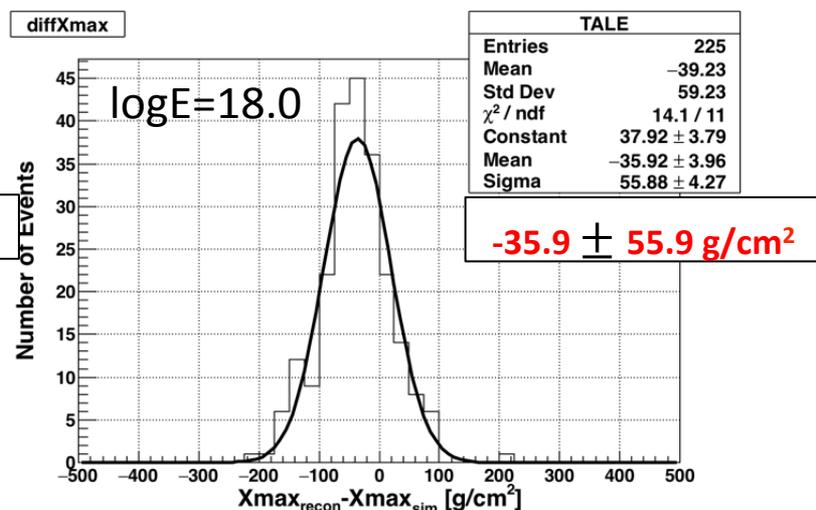
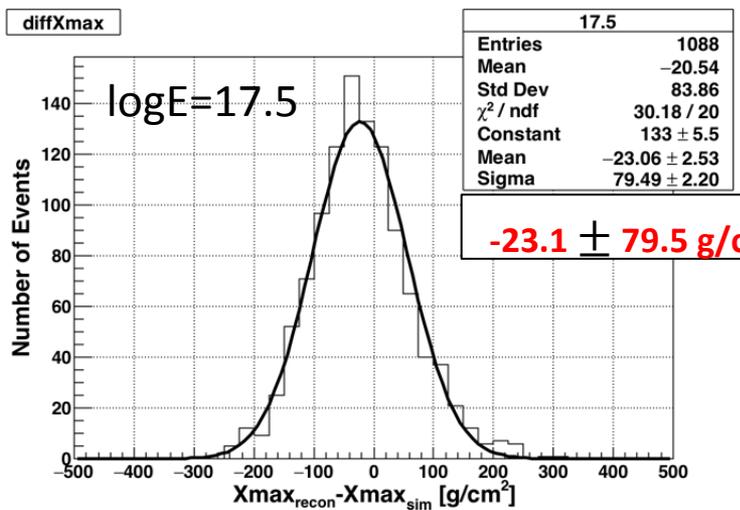
米国で開発中のMD+TALE専用プログラムに追いついた！

TALE単眼でのエネルギー、Xmax分解能

エネルギー



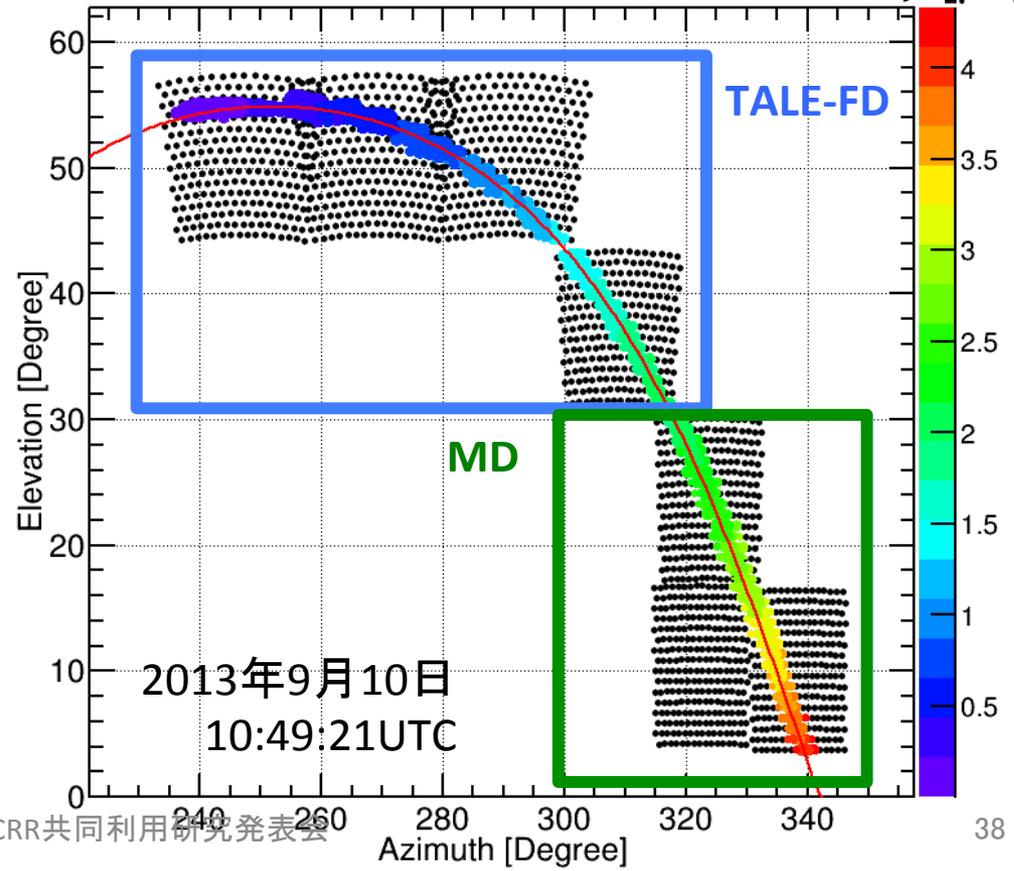
Xmax



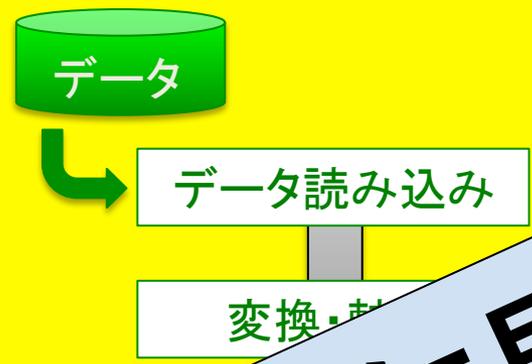
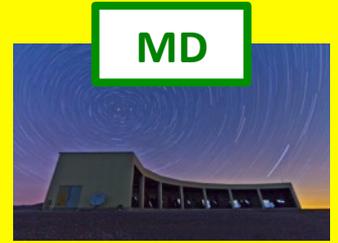
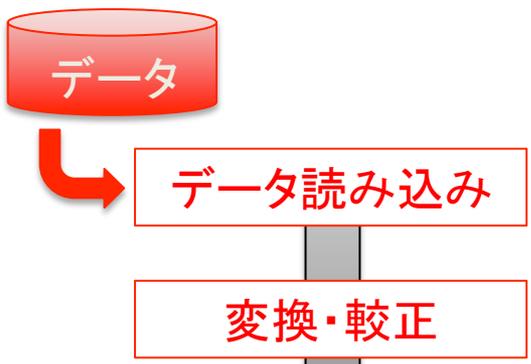
MDとTALE-FDの両方にまたがるイベントの解析



MDとTALE-FDは同一地点にある
→ 近くに落ちた高エネルギーイベントは2つのFDにかかる



MDとTALE-FDの両方にまたがるイベントの解析



現在開発中

解析に
区別

シャワー
メモリの再構成

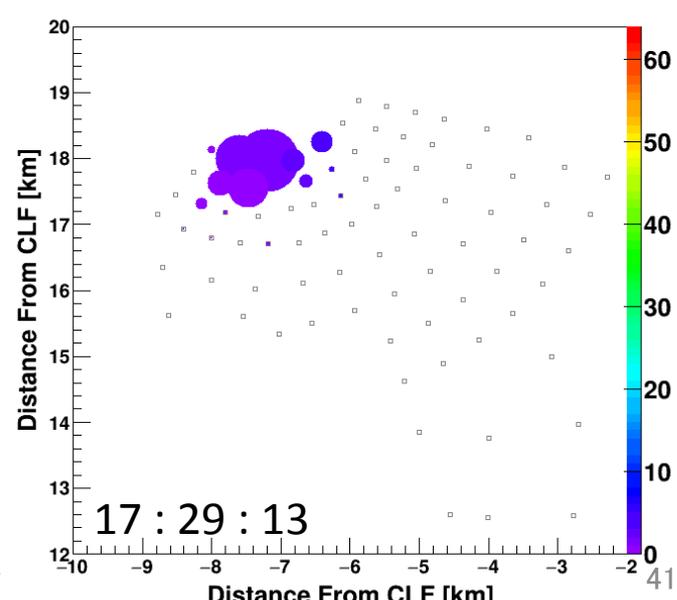
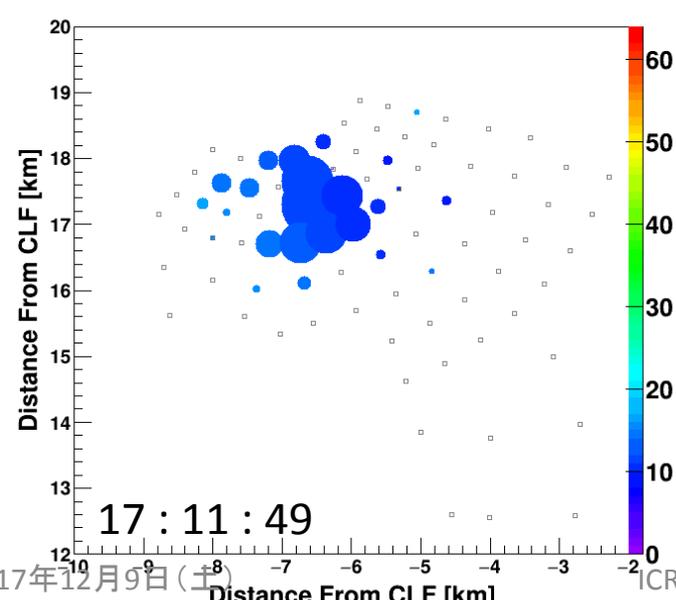
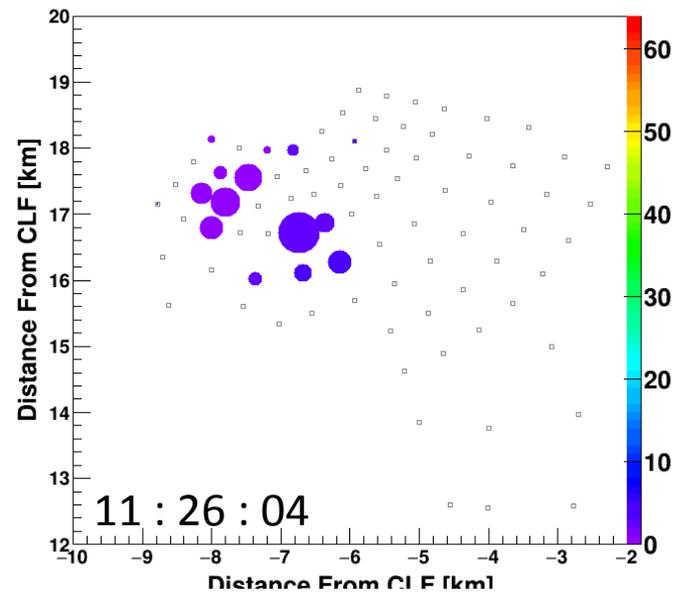
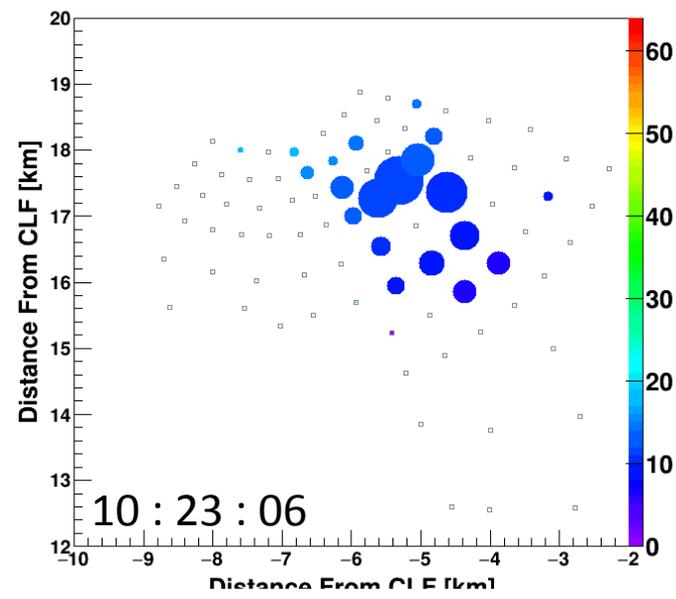
シャワー
縦方向発達の再構成

TALE-SDアレイ用データ解析プログラム

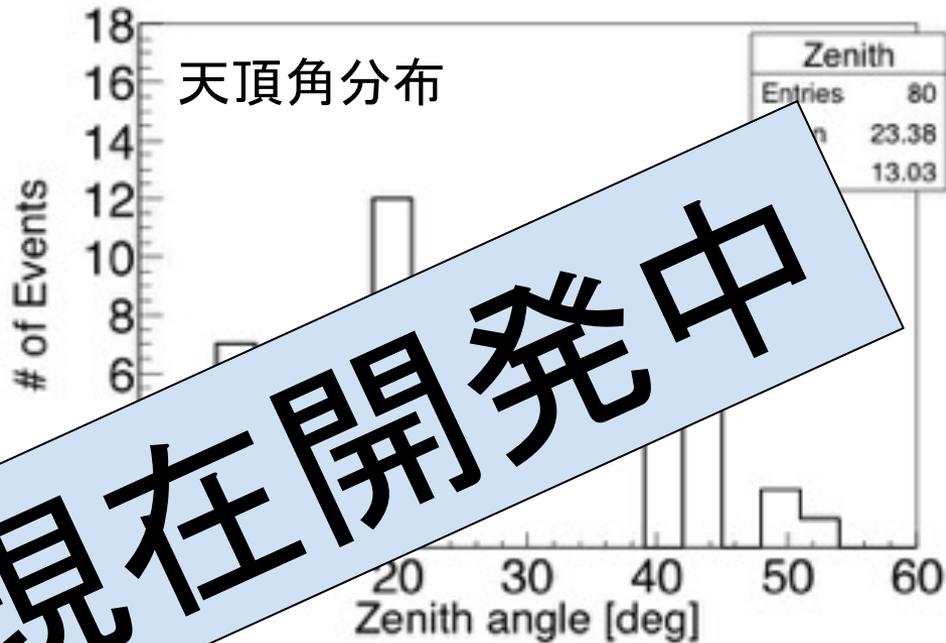
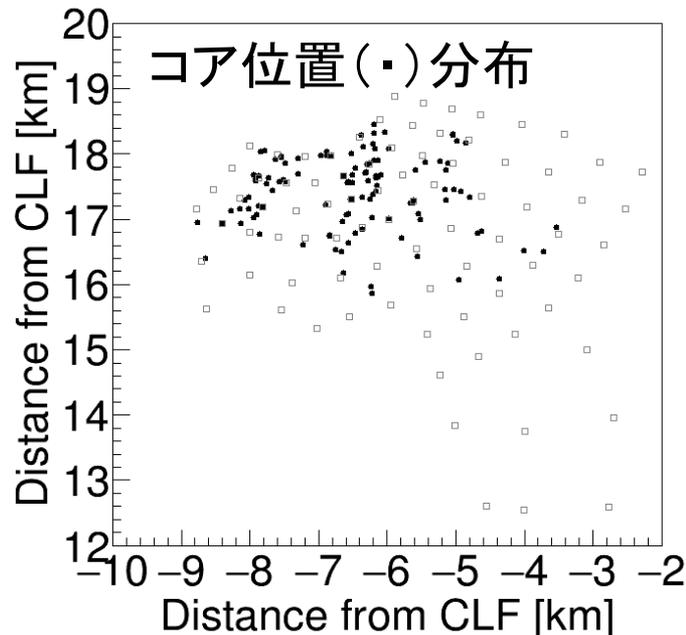
TA-SDアレイのデータ解析プログラムとほぼ完全に同じものを製作して利用
→ シャワー面の構造を表現する関数、
シャワー粒子数の横方向分布関数
などはTALE用にチューニングしたい(将来的に)



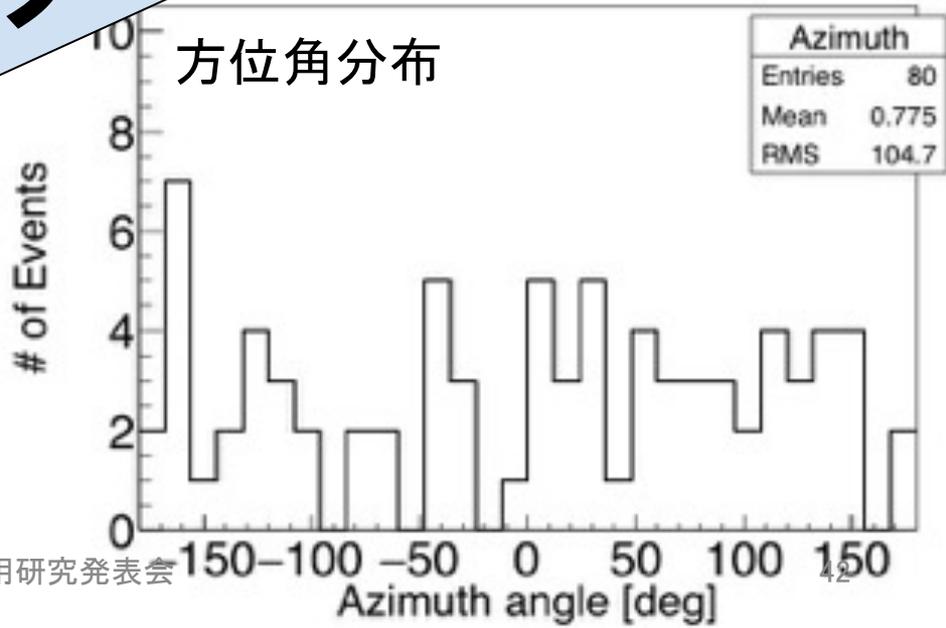
イベント例：2017年3月13日のラン



データ解析結果：2017年3月13日のラン



現在開発中





まとめ

1. TALE実験

- ✓ ハイブリッド観測による $10^{16}\sim 10^{18}$ eV領域のエネルギースペクトルと化学組成の精密測定

2. TALE-SDアレイの現状、シャワーデータ解析

- ✓ TA×4 SDを試験的にTALEエリアに設置
- ✓ DAQソフトウェア完成、安定運用可能に
- ✓ SDアレイ用データ解析ソフトウェア開発中

3. TALE-FD単眼解析

- ✓ 日本で開発しているプログラム群も十分な精度に

4. TA+TALE FDデータ解析プログラムの統合

- ✓ TA/TALEの全FDとのステレオ解析が一応可能に
- ✓ ステレオ・ハイブリッドの高精度化が次の課題

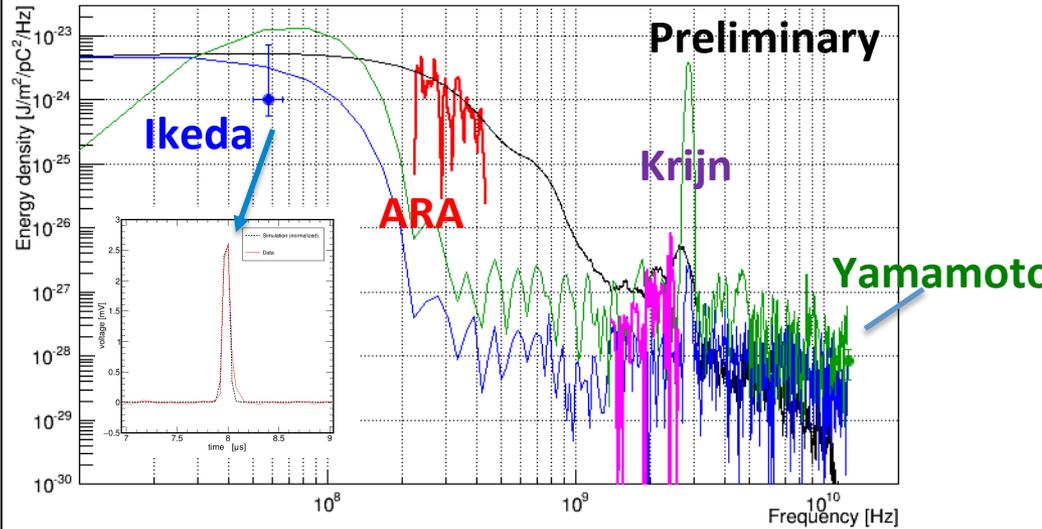
TA実験関連共同利用採択研究

- E14 佐川宏行: 宇宙線望遠鏡による極高エネルギー宇宙線の研究(0千円、900千円)
- E15 有働慈治: TA実験サイトでの新型大気蛍光望遠鏡による極高エネルギー宇宙線観測(250千円、0千円)
- E16 木戸英治: TA×4及びTALE実験 地表検出器の時間及び位置の較正(100千円、250千円)
- E17 荻尾彰一: TALE実験用地表検出器の開発と性能試験(100千円、450千円)
- E18 池田大輔 最高エネルギー宇宙線の電波的観測の研究(200千円、250千円)**
- E19 多米田裕一郎: 次世代の超高エネルギー宇宙線観測のためのフレネルレンズ型大気蛍光望遠鏡の開発研究(200千円、300千円)
- E20 奥田剛司: TA地表粒子検出器による雷と関連する特異事象観測(300千円、250千円)
- E21 富田孝幸: 新型大気蛍光望遠鏡における電力時給システム・検出器保護システムの開発(0千円、250千円)
- E22 富田孝幸: ドローンに搭載された標準光源による大気蛍光望遠鏡の検出器応答および工学系の較正(0千円、250千円)
- E23 山崎勝也: 大気蛍光望遠鏡の自動観測を目指した夜間雲量測定用CCDカメラの開発と解析(450千円、300千円)
- E24 芝田達伸: 小型電子線形加速器による空気シャワーエネルギーの絶対較正の研究(300千円、500千円)
- C02 野中敏幸: TA実験サイトでの超高エネルギー宇宙線観測のための新型検出器の開発(300千円、300千円)
- C06 森正樹: 粒子種弁別・方向決定機能を持つ宇宙線研検出器の検討(400千円、50千円)
- C07 武多昭道: フィールド観測のための先端計測プラットフォームの開発(200千円、0千円)
- C03 竹田成宏: TA-FD観測の完全遠隔制御にかかる国内拠点の構築(350千円、70千円)

最高エネルギー宇宙線の電波的観測の研究

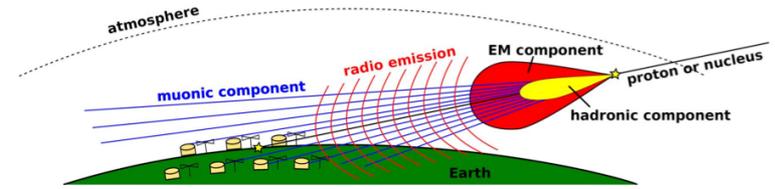
- (1)電子加速器(ELS)を用いた電波エコー測定
- 前年報告:電子ビームに起因する信号を50MHz-12GHzに渡る4つの実験で観測(Sudden birth).これをよく説明できるモデルの構築に成功.
 - 本年はより詳細なモデルを構築
 - 50MHzと12GHzデータを取得した際のビーム長さは約3倍長く、12GHz測定は30度の角度を持った測定であるためそれらを考慮
 - 50MHz simulation結果に検出器応答を加え、取得波形の再現を確認
 - 現在論文執筆中

50MHz – 12GHzのSudden birth信号の測定値とモデル予測値。青点と青線、緑点と緑線が対応。

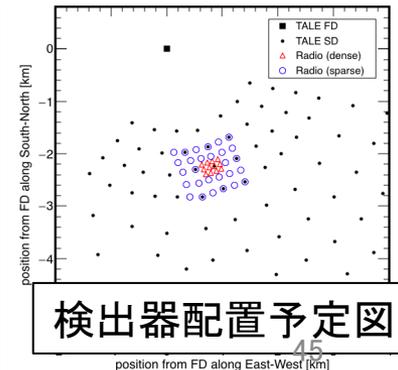


(2)空気シャワーからのジオシンクロトロン放射を用いた 10^{17} - 10^{18} eVの宇宙線の測定

- TALE実験サイトに100m間隔で12基、200m間隔で28基の電波検出器を配置する計画
- 10^{17} - 10^{18} eV宇宙線のエネルギー、組成を測定する
 - 宇宙線起源の銀河系内/系外遷移
 - SD, FD, チェレンコフ光(NICHE)、電波の4種の測定方法による同時観測
 - 電波の大気減衰が非常に小さい事を利用した、Auger実験とのエネルギーのcross calibration
 - 大天頂角事象を用いたハドロン相互作用の検証



- 大天頂角事象、及び(1)の信号の空気シャワーへの応用を見据えて垂直偏波のアンテナも追加
- エレクトロニクスの開発も進行中



検出器配置予定図

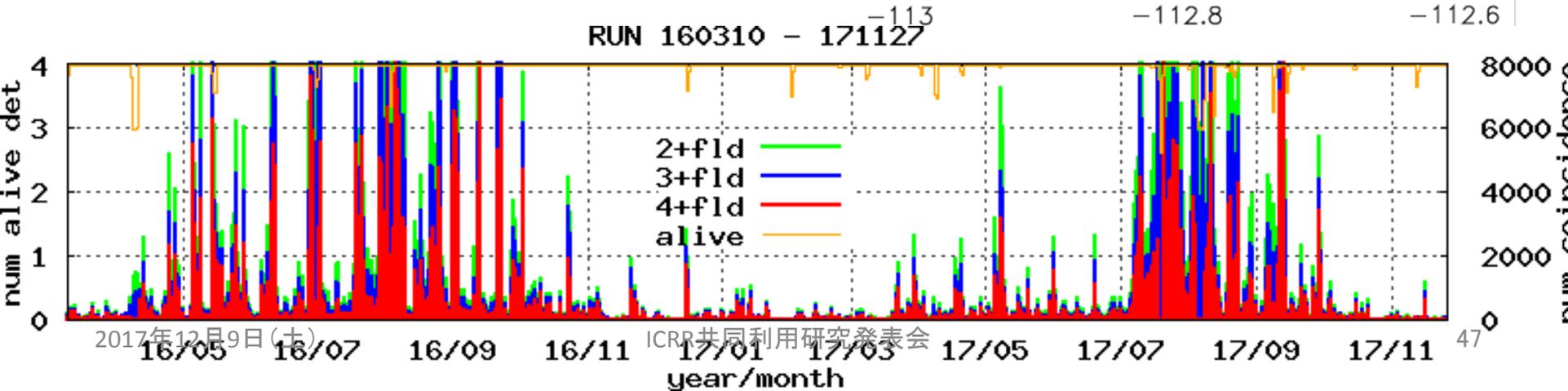
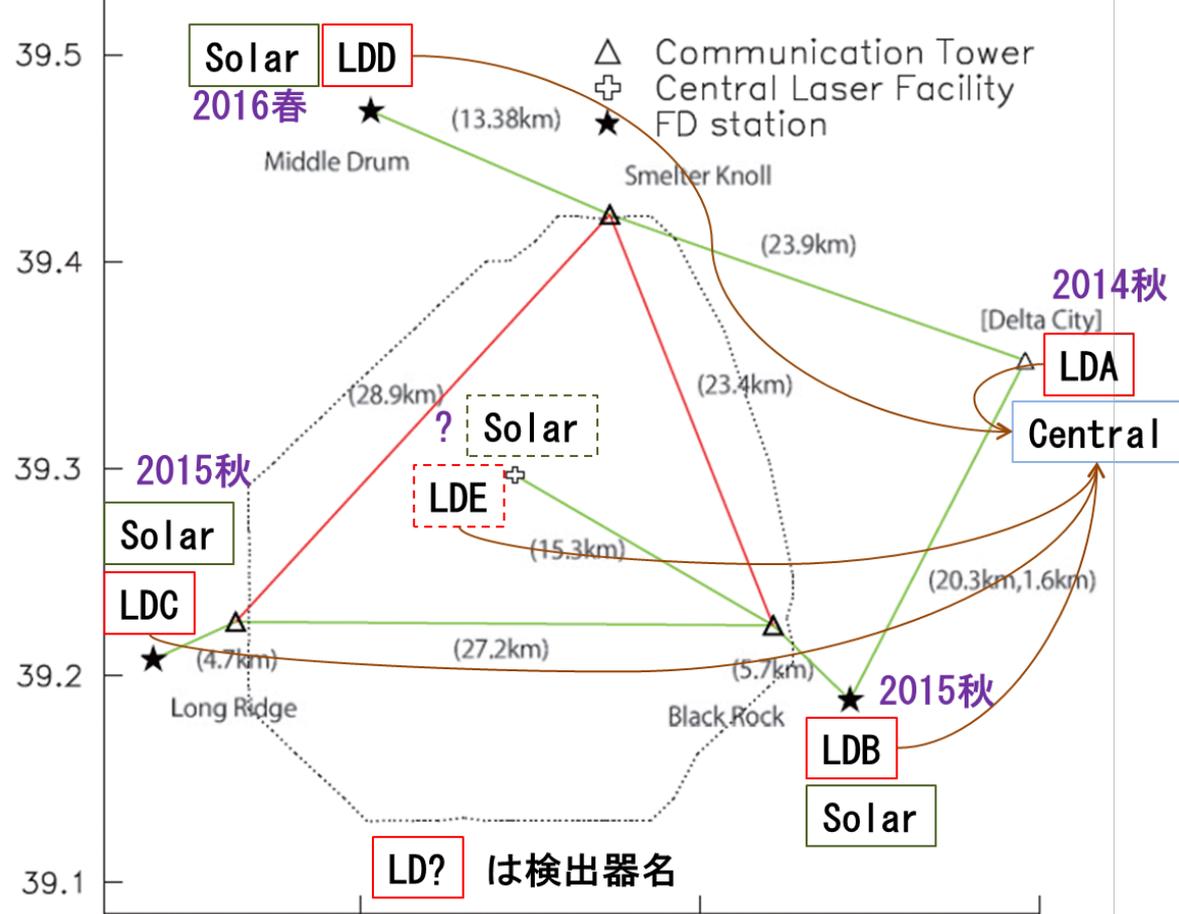
TA実験関連共同利用採択研究

- E14 佐川宏行: 宇宙線望遠鏡による極高エネルギー宇宙線の研究(0千円、900千円)
- E15 有働慈治: TA実験サイトでの新型大気蛍光望遠鏡による極高エネルギー宇宙線観測(250千円、0千円)
- E16 木戸英治: TA×4及びTALE実験 地表検出器の時間及び位置の較正(100千円、250千円)
- E17 荻尾彰一: TALE実験用地表検出器の開発と性能試験(100千円、450千円)
- E18 池田大輔 最高エネルギー宇宙線の電波的観測の研究(200千円、250千円)
- E19 多米田裕一郎: 次世代の超高エネルギー宇宙線観測のためのフレネルレンズ型大気蛍光望遠鏡の開発研究(200千円、300千円)
- E20 奥田剛司: TA地表粒子検出器による雷と関連する特異事象観測(300千円、250千円)**
- E21 富田孝幸: 新型大気蛍光望遠鏡における電力時給システム・検出器保護システムの開発(0千円、250千円)
- E22 富田孝幸: ドローンに搭載された標準光源による大気蛍光望遠鏡の検出器応答および工学系の較正(0千円、250千円)
- E23 山崎勝也: 大気蛍光望遠鏡の自動観測を目指した夜間雲量測定用CCDカメラの開発と解析(450千円、300千円)
- E24 芝田達伸: 小型電子線形加速器による空気シャワーエネルギーの絶対較正の研究(300千円、500千円)
- C02 野中敏幸: TA実験サイトでの超高エネルギー宇宙線観測のための新型検出器の開発(300千円、300千円)
- C06 森正樹: 粒子種弁別・方向決定機能を持つ宇宙線研検出器の検討(400千円、50千円)
- C07 武多昭道: フィールド観測のための先端計測プラットフォームの開発(200千円、0千円)
- C03 竹田成宏: TA-FD観測の完全遠隔制御にかかる国内拠点の構築(350千円、70千円)

TA地表粒子検出器による 雷と関連する 特異事象観測 (E20)

雷放電検出時刻のみで放電位置を常に一意に決定するために必要な4台目の検出器を設置した2016年春以降、リモートで安定した観測を行っている。夏期に安定した雷放電を観測しているが今年度初夏は少なかった。

5台目の設置準備は整っているがTAx4-SDの拡張その他の状況を踏まえて設置を判断する予定。雷事象の解析作業が進行中。

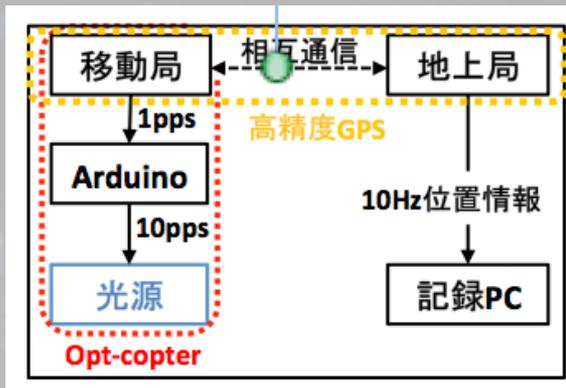


TA実験関連共同利用採択研究

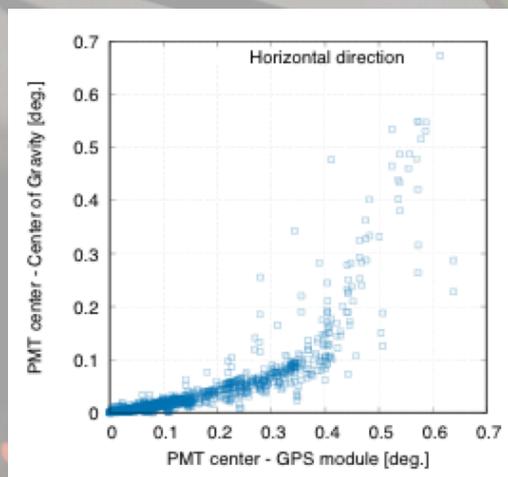
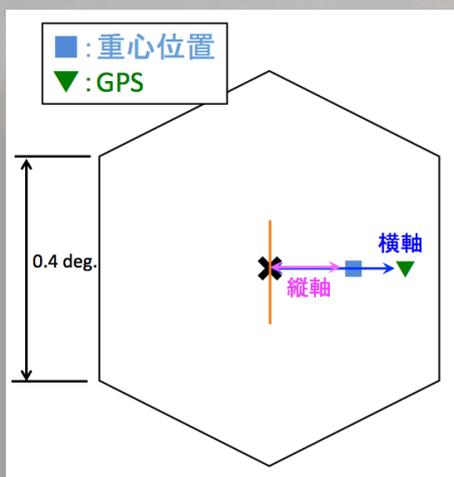
- E14 佐川宏行: 宇宙線望遠鏡による極高エネルギー宇宙線の研究(0千円、900千円)
- E15 有働慈治: TA実験サイトでの新型大気蛍光望遠鏡による極高エネルギー宇宙線観測(250千円、0千円)
- E16 木戸英治: TA×4及びTALE実験 地表検出器の時間及び位置の較正(100千円、250千円)
- E17 荻尾彰一: TALE実験用地表検出器の開発と性能試験(100千円、450千円)
- E18 池田大輔 最高エネルギー宇宙線の電波的観測の研究(200千円、250千円)
- E19 多米田裕一郎: 次世代の超高エネルギー宇宙線観測のためのフレネルレンズ型大気蛍光望遠鏡の開発研究(200千円、300千円)
- E20 奥田剛司: TA地表粒子検出器による雷と関連する特異事象観測(300千円、250千円)
- E21 富田孝幸: 新型大気蛍光望遠鏡における電力時給システム・検出器保護システムの開発(0千円、250千円)
- E22 富田孝幸: ドローンに搭載された標準光源による大気蛍光望遠鏡の検出器応答および工学系の較正(0千円、250千円)
- E23 山崎勝也: 大気蛍光望遠鏡の自動観測を目指した夜間雲量測定用CCDカメラの開発と解析(450千円、300千円)
- E24 芝田達伸: 小型電子線形加速器による空気シャワーエネルギーの絶対較正の研究(300千円、500千円)
- C02 野中敏幸: TA実験サイトでの超高エネルギー宇宙線観測のための新型検出器の開発(300千円、300千円)
- C06 森正樹: 粒子種弁別・方向決定機能を持つ宇宙線研検出器の検討(400千円、50千円)
- C07 武多昭道: フィールド観測のための先端計測プラットフォームの開発(200千円、0千円)
- C03 竹田成宏: TA-FD観測の完全遠隔制御にかかる国内拠点の構築(350千円、70千円)

UAV搭載型標準光源

UAV + 標準光源 + 高精度GPS = Opt-Copter



FD集光性能計測

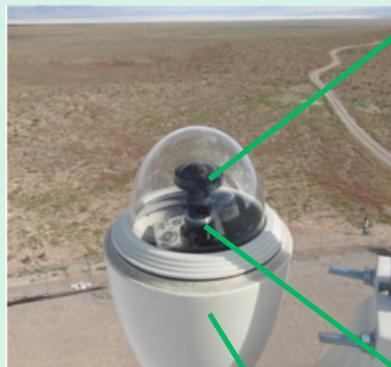


TA実験関連共同利用採択研究

- E14 佐川宏行: 宇宙線望遠鏡による極高エネルギー宇宙線の研究(0千円、900千円)
- E15 有働慈治: TA実験サイトでの新型大気蛍光望遠鏡による極高エネルギー宇宙線観測(250千円、0千円)
- E16 木戸英治: TA×4及びTALE実験 地表検出器の時間及び位置の較正(100千円、250千円)
- E17 荻尾彰一: TALE実験用地表検出器の開発と性能試験(100千円、450千円)
- E18 池田大輔 最高エネルギー宇宙線の電波的観測の研究(200千円、250千円)
- E19 多米田裕一郎: 次世代の超高エネルギー宇宙線観測のためのフレネルレンズ型大気蛍光望遠鏡の開発研究(200千円、300千円)
- E20 奥田剛司: TA地表粒子検出器による雷と関連する特異事象観測(300千円、250千円)
- E21 富田孝幸: 新型大気蛍光望遠鏡における電力時給システム・検出器保護システムの開発(0千円、250千円)
- E22 富田孝幸: ドローンに搭載された標準光源による大気蛍光望遠鏡の検出器応答および工学系の較正(0千円、250千円)
- E23 山崎勝也: 大気蛍光望遠鏡の自動観測を目指した夜間雲量測定用CCDカメラの開発と解析(450千円、300千円)**
- E24 芝田達伸: 小型電子線形加速器による空気シャワーエネルギーの絶対較正の研究(300千円、500千円)
- C02 野中敏幸: TA実験サイトでの超高エネルギー宇宙線観測のための新型検出器の開発(300千円、300千円)
- C06 森正樹: 粒子種弁別・方向決定機能を持つ宇宙線研検出器の検討(400千円、50千円)
- C07 武多昭道: フィールド観測のための先端計測プラットフォームの開発(200千円、0千円)
- C03 竹田成宏: TA-FD観測の完全遠隔制御にかかる国内拠点の構築(350千円、70千円)

魚眼CCDカメラによる雲モニター

魚眼CCD雲モニターシステム



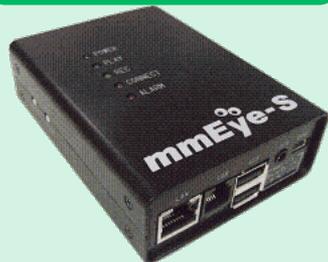
魚眼レンズ
FE185C057HA-1



可視光CCDカメラ
WAT120N+



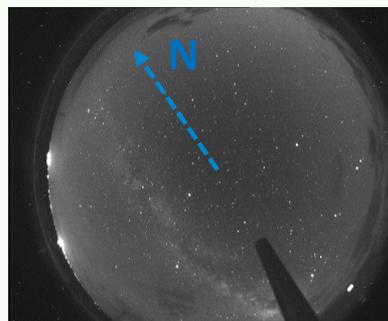
画像サーバー
mmEye-S



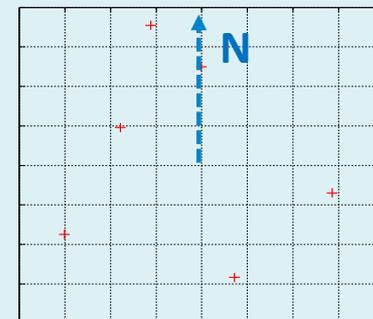
アルミ製
ハウジングドーム

100万円以下で構成

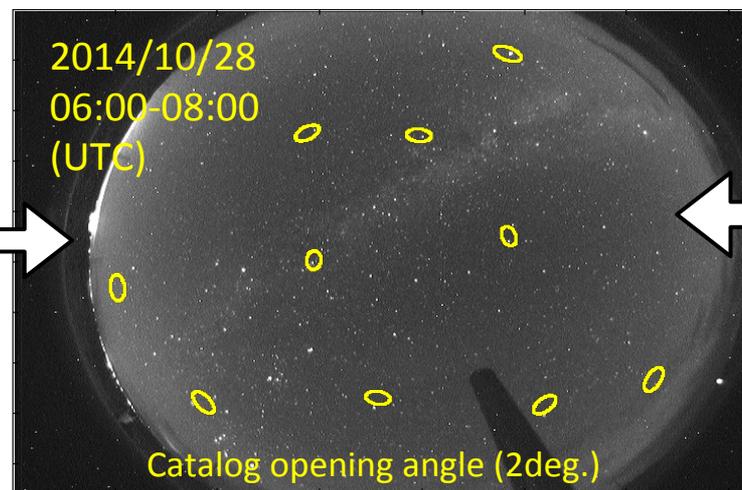
CCD picture



Catalog(SAO星表)



2014/10/28
06:00-08:00
(UTC)



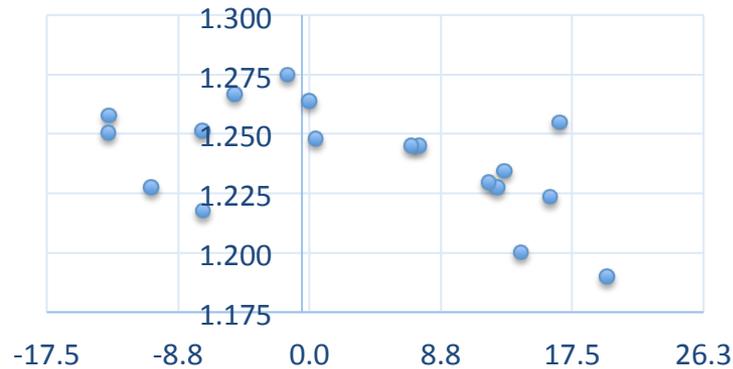
Catalog opening angle (2deg.)

TA実験関連共同利用採択研究

- E14 佐川宏行: 宇宙線望遠鏡による極高エネルギー宇宙線の研究(0千円、900千円)
- E15 有働慈治: TA実験サイトでの新型大気蛍光望遠鏡による極高エネルギー宇宙線観測(250千円、0千円)
- E16 木戸英治: TA×4及びTALE実験 地表検出器の時間及び位置の較正(100千円、250千円)
- E17 荻尾彰一: TALE実験用地表検出器の開発と性能試験(100千円、450千円)
- E18 池田大輔 最高エネルギー宇宙線の電波的観測の研究(200千円、250千円)
- E19 多米田裕一郎: 次世代の超高エネルギー宇宙線観測のためのフレネルレンズ型大気蛍光望遠鏡の開発研究(200千円、300千円)
- E20 奥田剛司: TA地表粒子検出器による雷と関連する特異事象観測(300千円、250千円)
- E21 冨田孝幸: 新型大気蛍光望遠鏡における電力時給システム・検出器保護システムの開発(0千円、250千円)
- E22 冨田孝幸: ドローンに搭載された標準光源による大気蛍光望遠鏡の検出器応答および工学系の較正(0千円、250千円)
- E23 山崎勝也: 大気蛍光望遠鏡の自動観測を目指した夜間雲量測定用CCDカメラの開発と解析(450千円、300千円)
- E24 芝田達伸: 小型電子線形加速器による空気シャワーエネルギーの絶対較正の研究(300千円、500千円)
- C02 野中敏幸: TA実験サイトでの超高エネルギー宇宙線観測のための新型検出器の開発(300千円、300千円)
- C06 森正樹: 粒子種弁別・方向決定機能を持つ宇宙線研検出器の検討(400千円、50千円)
- C07 武多昭道: フィールド観測のための先端計測プラットフォームの開発(200千円、0千円)
- C03 竹田成宏: TA-FD観測の完全遠隔制御にかかる国内拠点の構築(350千円、70千円)

Summary of ELS 2017

- ELS Operation at 2016:
 - 2016/May: FD energy calibration.
 - 2016/Dec: FD energy calibration & Ice Target Echo measurement.
- Energy Calibration (Data/MC) Analysis Result of 2016
 - Average C_{ELS_TA} (2014~2016): 1.23 = ~20% overestimated.



- Conference Presentation associated with ELS.
- Krijn D. de Vries *et al.* 2017 ICRC, Busan, Korea.
- K. Maseet *et al.* 2017 ICRC, Busan, Korea.

TA実験関連共同利用採択研究

- E14 佐川宏行: 宇宙線望遠鏡による極高エネルギー宇宙線の研究(0千円、900千円)
- E15 有働慈治: TA実験サイトでの新型大気蛍光望遠鏡による極高エネルギー宇宙線観測(250千円、0千円)
- E16 木戸英治: TA×4及びTALE実験 地表検出器の時間及び位置の較正(100千円、250千円)
- E17 荻尾彰一: TALE実験用地表検出器の開発と性能試験(100千円、450千円)
- E18 池田大輔 最高エネルギー宇宙線の電波的観測の研究(200千円、250千円)
- E19 多米田裕一郎: 次世代の超高エネルギー宇宙線観測のためのフレネルレンズ型大気蛍光望遠鏡の開発研究(200千円、300千円)
- E20 奥田剛司: TA地表粒子検出器による雷と関連する特異事象観測(300千円、250千円)
- E21 富田孝幸: 新型大気蛍光望遠鏡における電力時給システム・検出器保護システムの開発(0千円、250千円)
- E22 富田孝幸: ドローンに搭載された標準光源による大気蛍光望遠鏡の検出器応答および工学系の較正(0千円、250千円)
- E23 山崎勝也: 大気蛍光望遠鏡の自動観測を目指した夜間雲量測定用CCDカメラの開発と解析(450千円、300千円)
- E24 芝田達伸: 小型電子線形加速器による空気シャワーエネルギーの絶対較正の研究(300千円、500千円)
- C02 野中敏幸: TA実験サイトでの超高エネルギー宇宙線観測のための新型検出器の開発(300千円、300千円)**
- C06 森正樹: 粒子種弁別・方向決定機能を持つ宇宙線研検出器の検討(400千円、50千円)
- C07 武多昭道: フィールド観測のための先端計測プラットフォームの開発(200千円、0千円)
- C03 竹田成宏: TA-FD観測の完全遠隔制御にかかる国内拠点の構築(350千円、70千円)

TA実験サイトでの地表検出器 R&D



TAとAugerでの複合装置での観測
TA SD と同期したイベントの取得 (2013- 継続)

(2016年度)

- TAアレイからのトリガー配信モジュール作成
 - TCP/IP接続 TAサイトでの他の測定でも利用可能。
 - Auger水タンクの信号閾値を南Augerと同じ設定で運用可能に

2017年度

- ミュー粒子検出器 でのデータ取得
 - → 新しいデータ取得システムの製作

(データ解析)

- TA実験で再構成された CLF近傍2kmのシャワーイベントに対して、AugerSDとの間で信号量の比較 (Sean.P Quinn Case Western Univ)
- 左の図は最初の4イベントについて、100EventのMCによる分布と実データの比較。

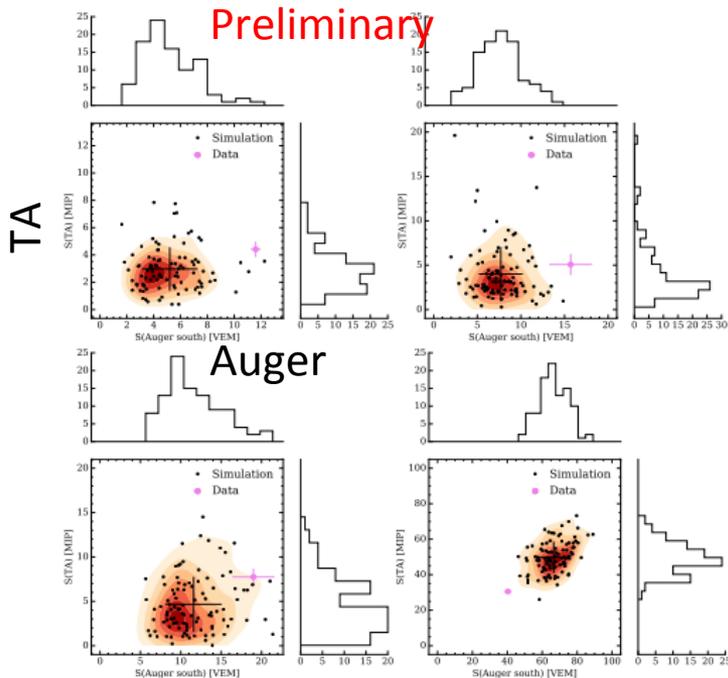


Figure 4: The MIP vs VEM plane for simulated and observed integrated signals. Top left: event 2, top right: event 3, bottom left: event 4, bottom right: event 5. The MIP and VEM simulation populations are also shown in the histograms. The energies are given in terms of the TA FD scale, and the azimuth follows the TA convention.

Auger team at TA site



2017年12月9日(土)

ICRR共同利用研究発表会

56

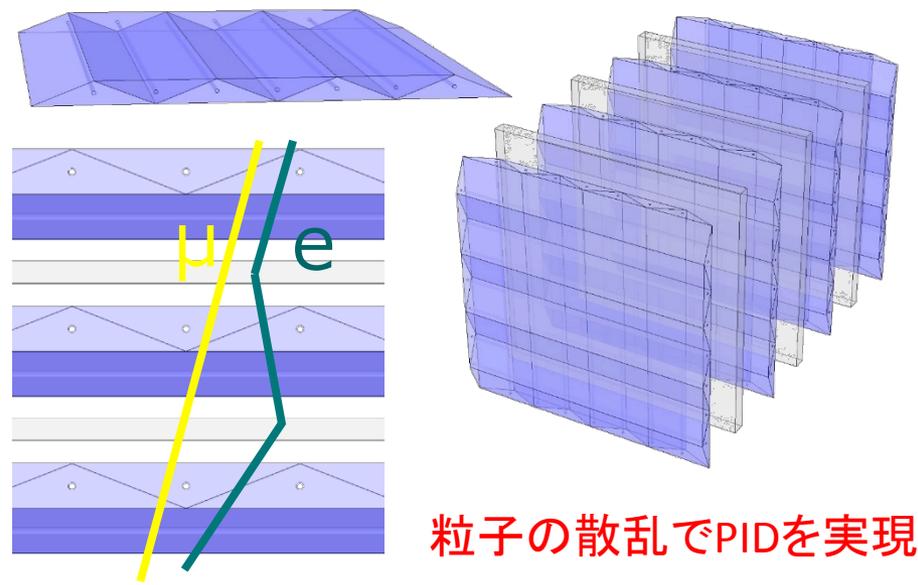
TA実験関連共同利用採択研究

- E14 佐川宏行: 宇宙線望遠鏡による極高エネルギー宇宙線の研究(0千円、900千円)
- E15 有働慈治: TA実験サイトでの新型大気蛍光望遠鏡による極高エネルギー宇宙線観測(250千円、0千円)
- E16 木戸英治: TA×4及びTALE実験 地表検出器の時間及び位置の較正(100千円、250千円)
- E17 荻尾彰一: TALE実験用地表検出器の開発と性能試験(100千円、450千円)
- E18 池田大輔 最高エネルギー宇宙線の電波的観測の研究(200千円、250千円)
- E19 多米田裕一郎: 次世代の超高エネルギー宇宙線観測のためのフレネルレンズ型大気蛍光望遠鏡の開発研究(200千円、300千円)
- E20 奥田剛司: TA地表粒子検出器による雷と関連する特異事象観測(300千円、250千円)
- E21 富田孝幸: 新型大気蛍光望遠鏡における電力時給システム・検出器保護システムの開発(0千円、250千円)
- E22 富田孝幸: ドローンに搭載された標準光源による大気蛍光望遠鏡の検出器応答および工学系の較正(0千円、250千円)
- E23 山崎勝也: 大気蛍光望遠鏡の自動観測を目指した夜間雲量測定用CCDカメラの開発と解析(450千円、300千円)
- E24 芝田達伸: 小型電子線形加速器による空気シャワーエネルギーの絶対較正の研究(300千円、500千円)
- C02 野中敏幸: TA実験サイトでの超高エネルギー宇宙線観測のための新型検出器の開発(300千円、300千円)
- C06 森正樹: 粒子種弁別・方向決定機能を持つ宇宙線研検出器の検討(400千円、50千円)**
- C07 武多昭道: フィールド観測のための先端計測プラットフォームの開発(200千円、0千円)
- C03 竹田成宏: TA-FD観測の完全遠隔制御にかかる国内拠点の構築(350千円、70千円)

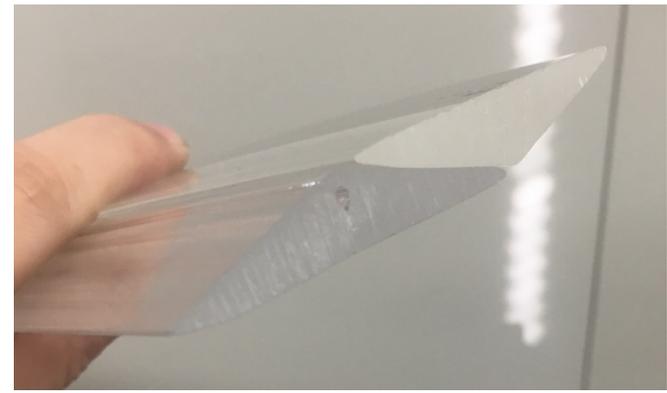
C06: 粒子種弁別・方向決定機能を持つ宇宙線研検出器の検討

- 参加者: 森正樹(代表,立命), 奥田剛司(立命), 有働慈治(神大), 山崎勝也(神大), 山本常夏(甲南大), 福島正己(東大), 武多昭道(東大)
- 物品費 400千円、旅費 50千円
- e/ μ 弁別・ μ 到来方向決定が可能な検出器の開発
 - 位置敏感型検出器と散乱体を組み合わせることによって実現
 - OPERA実験等で実績あり

- 空気シャワー実験への応用を目指す
 - 地表検出器と望遠鏡とのエネルギースケールの齟齬の理解
 - LHCfによってハドロン相互作用への理解が深まったが、観測は追いついているか?
 - ハドロン発達の直接観測
 - それによる宇宙線組成の同定
- そのままではコスト・消費電力のため宇宙線実験には使えない
 - 検出器設計を宇宙線実験に最適化



- 三角形穴あきシンチレータ押し出しシステムの開発
- 来年1月から宇宙線研にて評価予定



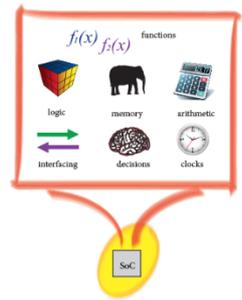
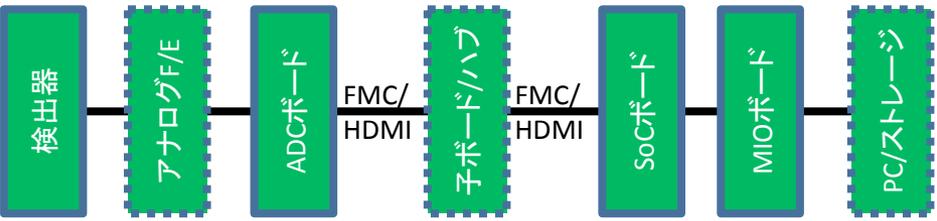
TA実験関連共同利用採択研究

- E14 佐川宏行: 宇宙線望遠鏡による極高エネルギー宇宙線の研究(0千円、900千円)
- E15 有働慈治: TA実験サイトでの新型大気蛍光望遠鏡による極高エネルギー宇宙線観測(250千円、0千円)
- E16 木戸英治: TA×4及びTALE実験 地表検出器の時間及び位置の較正(100千円、250千円)
- E17 荻尾彰一: TALE実験用地表検出器の開発と性能試験(100千円、450千円)
- E18 池田大輔 最高エネルギー宇宙線の電波的観測の研究(200千円、250千円)
- E19 多米田裕一郎: 次世代の超高エネルギー宇宙線観測のためのフレネルレンズ型大気蛍光望遠鏡の開発研究(200千円、300千円)
- E20 奥田剛司: TA地表粒子検出器による雷と関連する特異事象観測(300千円、250千円)
- E21 富田孝幸: 新型大気蛍光望遠鏡における電力時給システム・検出器保護システムの開発(0千円、250千円)
- E22 富田孝幸: ドローンに搭載された標準光源による大気蛍光望遠鏡の検出器応答および工学系の較正(0千円、250千円)
- E23 山崎勝也: 大気蛍光望遠鏡の自動観測を目指した夜間雲量測定用CCDカメラの開発と解析(450千円、300千円)
- E24 芝田達伸: 小型電子線形加速器による空気シャワーエネルギーの絶対較正の研究(300千円、500千円)
- C02 野中敏幸: TA実験サイトでの超高エネルギー宇宙線観測のための新型検出器の開発(300千円、300千円)
- C06 森正樹: 粒子種弁別・方向決定機能を持つ宇宙線研検出器の検討(400千円、50千円)
- C07 武多昭道: フィールド観測のための先端計測プラットフォームの開発(200千円、0千円)
- C03 竹田成宏: TA-FD観測の完全遠隔制御にかかる国内拠点の構築(350千円、70千円)

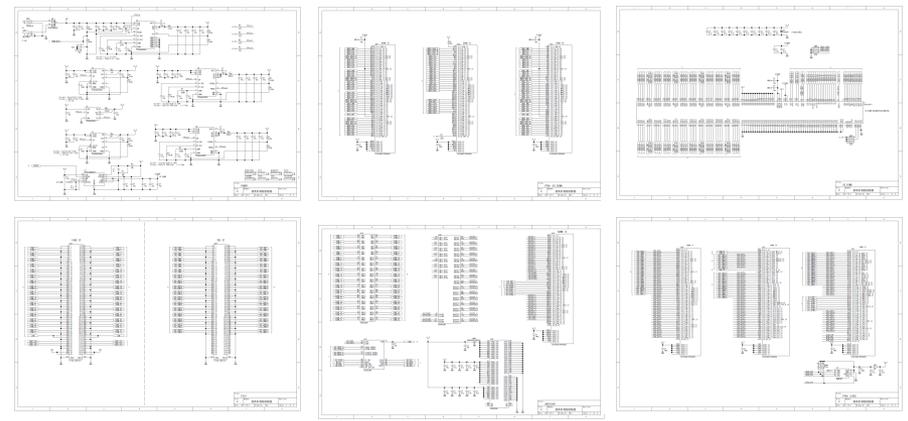
C07: フィールド観測のための先端計測プラットフォームの開発

- 参加者: 武多昭道(代表, 東大), 池田大輔(東大), 藤井俊博(東大), 多米田裕一郎(大阪電通大), 山崎勝也(神大)
- 物品費 200千円
- Module Oriented Measurement System
- レゴブロックのように自由に要素を組み替え・追加して、やりたい実験をやる
 - 誰でもどこでもできるように
 - 車輪の再生産をしなくてもすむように
 - 高いスケーラビリティを持つように

- IoT技術の進展により、これまで不可能だったことが可能になりつつある
 - インターフェースの高度化・共通化
 - System on Chipの出現
- 分野が全く違っていても、同じ計測器が使えるようになりつつある
 - 宇宙線ミュオンによる火山・断層の透視
 - 大気蛍光望遠鏡
 - 電波観測
 - 岩石破壊実験・微小地震観測
 - 空気シャワーによる水文観測



- 物品購入(FPGA等)、回路パターン設計の一部に経費を利用



まとめ

- E14 佐川宏行: 宇宙線望遠鏡による極高エネルギー宇宙線の研究(0千円、900千円)
- E15 有働慈治: TA実験サイトでの新型大気蛍光望遠鏡による極高エネルギー宇宙線観測(250千円、0千円)
- E16 木戸英治: TA×4及びTALE実験 地表検出器の時間及び位置の較正(100千円、250千円)
- E17 荻尾彰一: TALE実験用地表検出器の開発と性能試験(100千円、450千円)
- E18 池田大輔 最高エネルギー宇宙線の電波的観測の研究(200千円、250千円)
- E19 多米田裕一郎: 次世代の超高エネルギー宇宙線観測のためのフレネルレンズ型大気蛍光望遠鏡の開発研究(200千円、300千円)
- E20 奥田剛司: TA地表粒子検出器による雷と関連する特異事象観測(300千円、250千円)
- E21 富田孝幸: 新型大気蛍光望遠鏡における電力時給システム・検出器保護システムの開発(0千円、250千円)
- E22 富田孝幸: ドローンに搭載された標準光源による大気蛍光望遠鏡の検出器応答および工学系の較正(0千円、250千円)
- E23 山崎勝也: 大気蛍光望遠鏡の自動観測を目指した夜間雲量測定用CCDカメラの開発と解析(450千円、300千円)
- E24 芝田達伸: 小型電子線形加速器による空気シャワーエネルギーの絶対較正の研究(300千円、500千円)
- C02 野中敏幸: TA実験サイトでの超高エネルギー宇宙線観測のための新型検出器の開発(300千円、300千円)
- C06 森正樹: 粒子種弁別・方向決定機能を持つ宇宙線研検出器の検討(400千円、50千円)
- C07 武多昭道: フィールド観測のための先端計測プラットフォームの開発(200千円、0千円)
- C03 竹田成宏: TA-FD観測の完全遠隔制御にかかる国内拠点の構築(350千円、70千円)

合計 15件、7,270千円

多大なる御支援ありがとうございました。今後ともよろしく願いいたします。