

宇宙線望遠鏡による 極高エネルギー宇宙線の研究



有働慈治
神奈川大学

2022/01/25 共同利用成果発表会

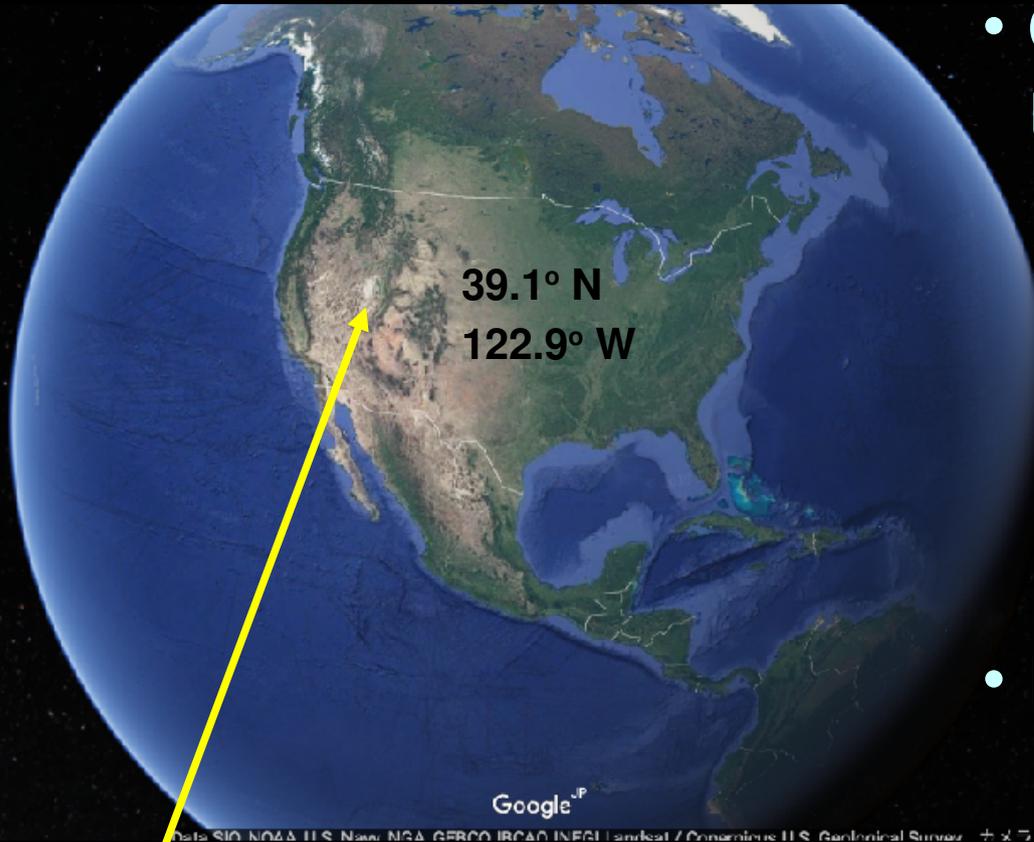
共同利用研究課題

			研究費	旅費	計
F05	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	855	855
C01	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多チャンネル粒子弁別測定システムの開発	240	90	330
F06	有働慈治	TA実験サイトにおける大気透明度測定法の研究・開発	29	285	314
F07	木戸英治	TAx4実験地表検出器の安定稼働のための研究開発	0	0	0
F08	荻尾彰一	TALEハイブリッド実験による10の17乗eV領域宇宙線の研究	0	380	380
F09	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光学系較正の評価	0	238	238
F10	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	143	190	333
F11	竹田成宏	TA-FD観測の完全遠隔制御にかかる観測サイトでの環境整備	96	208	304
F13	藤井俊博	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	0	238	238
F14	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	114	426	540
F15	奥田剛司	片側読み出しシンチレーション検出器による放射線入射位置測定	440	100	540

11件 4,072千円

ご支援ありがとうございます。今後ともよろしく願いいたします。

Telescope Array Experiment



Telescope Array
Delta, Utah, USA. ~1400 m a.s.l
Collaborators from HiRes, AGASA, and other institute

- Origin and properties of the Ultra-High Energy Cosmic Rays
 - spectrum, composition, anisotropy
 - Physics of HE hadronic interactions
 - photons, neutrinos, ...
- Interdisciplinary studies
 - thunderstorms, TGFs
 - meteoroids
- Development of the next generation experiments

Telescope Array Experiment

R.U. Abbasi^{1,2}, M. Abe³, T. Abu-Zayyad^{1,2}, M. Allen², Y. Arai⁴, R. Arimura⁴, E. Barcikowski², J.W. Belz², D.R. Bergman², S.A. Blake², I. Buckland², R. Cady², B.G. Cheon⁵, J. Chiba⁶, M. Chikawa⁷, T. Fujii⁸, K. Fujisue⁷, K. Fujita⁴, R. Fujiwara⁴, M. Fukushima⁷, R. Fukushima⁴, G. Furlich², R. Gonzalez², W. Hanlon², M. Hayashi⁹, N. Hayashida¹⁰, K. Hibino¹⁰, R. Higuchi⁷, K. Honda¹¹, D. Ikeda¹⁰, T. Inadomi¹², N. Inoue³, T. Ishii¹¹, H. Ito¹³, D. Ivanov², H. Iwakura¹², A. Iwasaki⁴, H.M. Jeong¹⁴, S. Jeong¹⁴, C.C.H. Jui², K. Kadota¹⁵, F. Kakimoto¹⁰, O. Kalashev¹⁶, K. Kasahara¹⁷, S. Kasami¹⁸, H. Kawai¹⁹, S. Kawakami⁴, S. Kawana³, K. Kawata⁷, I. Kharuk¹⁶, E. Kido¹³, H.B. Kim⁵, J.H. Kim², J.H. Kim², M.H. Kim¹⁴, S.W. Kim¹⁴, Y. Kimura⁴, S. Kishigami⁴, Y. Kubota¹², S. Kurisu¹², V. Kuzmin¹⁶, M. Kuznetsov^{16,20}, Y.J. Kwon²¹, K.H. Lee¹⁴, B. Lubsandorzhev¹⁶, J.P. Lundquist^{2,22}, K. Machida¹¹, H. Matsumiya⁴, T. Matsuyama⁴, J.N. Matthews², R. Mayta⁴, M. Minamino⁴, K. Mukai¹¹, I. Myers², S. Nagataki¹³, K. Nakai⁴, R. Nakamura¹², T. Nakamura²³, T. Nakamura¹², Y. Nakamura¹², A. Nakazawa¹², T. Nonaka⁷, H. Oda⁴, S. Ogio^{4,24}, M. Ohnishi⁷, H. Ohoka⁷, Y. Oku¹⁸, T. Okuda²⁵, Y. Omura⁴, M. Ono¹³, R. Onogi⁴, A. Oshima⁴, S. Ozawa²⁶, I.H. Park¹⁴, M. Potts², M.S. Pshirkov^{16,27}, J. Remington², D.C. Rodriguez², G.I. Rubtsov¹⁶, D. Ryu²⁸, H. Sagawa⁷, R. Sahara⁴, Y. Saito¹², N. Sakaki⁷, T. Sako⁷, N. Sakurai⁴, K. Sano¹², K. Sato⁴, T. Seki¹², K. Sekino⁷, P.D. Shah², Y. Shibasaki¹², F. Shibata¹¹, N. Shibata¹⁸, T. Shibata⁷, H. Shimodaira⁷, B.K. Shin²⁸, H.S. Shin⁷, D. Shinto¹⁸, J.D. Smith², P. Sokolsky², N. Sone¹², B.T. Stokes², T.A. Stroman², T. Suzawa³, Y. Takagi⁴, Y. Takahashi⁴, M. Takamura⁶, M. Takeda⁷, R. Takeishi⁷, A. Taketa²⁹, M. Takita⁷, Y. Tameda¹⁸, H. Tanaka⁴, K. Tanaka³⁰, M. Tanaka³¹, Y. Tanoue⁴, S.B. Thomas², G.B. Thomson², P. Tinyakov^{16,20}, I. Tkachev¹⁶, H. Tokuno³², T. Tomida¹², S. Troitsky¹⁶, R. Tsuda⁴, Y. Tsunesada^{4,24}, Y. Uchihori³³, S. Udo¹⁰, T. Uehama¹², F. Urban³⁴, T. Wong², K. Yada⁷, M. Yamamoto¹², K. Yamazaki¹⁰, J. Yang³⁵, K. Yashiro⁶, F. Yoshida¹⁸, Y. Yoshioka¹², Y. Zhezher^{7,16}, and Z. Zundel²

¹ Loyola University Chicago ² University of Utah ³ Saitama University ⁴ Osaka City University ⁵ Hanyang University ⁶ Tokyo University of Science ⁷ University of Tokyo (ICRR) ⁸ Kyoto University ⁹ Shinshu University ¹⁰ Kanagawa University ¹¹ University of Yamanashi ¹² Shinshu University (Inst. of Engineering) ¹³ RIKEN ¹⁴ Sungkyunkwan University ¹⁵ Tokyo City University ¹⁶ Institute for Nuclear Research of the Russian Academy of Sciences ¹⁷ Shibaura Institute of Technology ¹⁸ Osaka Electro-Communication University ¹⁹ Chiba University ²⁰ Université Libre de Bruxelles ²¹ Yonsei University ²² University of Nova Gorica ²³ Kochi University ²⁴ Osaka City University (Nambu Yoichiro Institute) ²⁵ Ritsumeikan University ²⁶ National Inst. for Information and Communications Technology, Tokyo ²⁷ Lomonosov Moscow State University ²⁸ Ulsan National Institute of Science and Technology ²⁹ University of Tokyo (Earthquake Inst.) ³⁰ Hiroshima City University ³¹ KEK ³² Tokyo Institute of Technology ³³ National Instit. for Quantum and Radiological Science and Technology ³⁴ CEICO, Institute of Physics, Czech Academy of Sciences ³⁵ Ewha Womans University

160 members , 35 institutes, 7 countries



USA



Japan



Korea



Russia



Belgium



Czech Republic



Slovenia

Telescope Array Experiment

- 2021年度 TA 実験関連論文

- “Surface detectors of the TAx4 experiment”

- Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A 1019, 165726,
(2021.12)

- “The Cosmic-Ray Composition between 2 PeV and 2 EeV
Observed with the TALE Detector in Monocular Mode”

- The Astrophysical Journal, 909, 178, (2021.03)

投稿済み

- “Observation of Variations in Cosmic Ray Single Count
Rates During Thunderstorms and Implications for Large-
Scale Electric Field Changes”

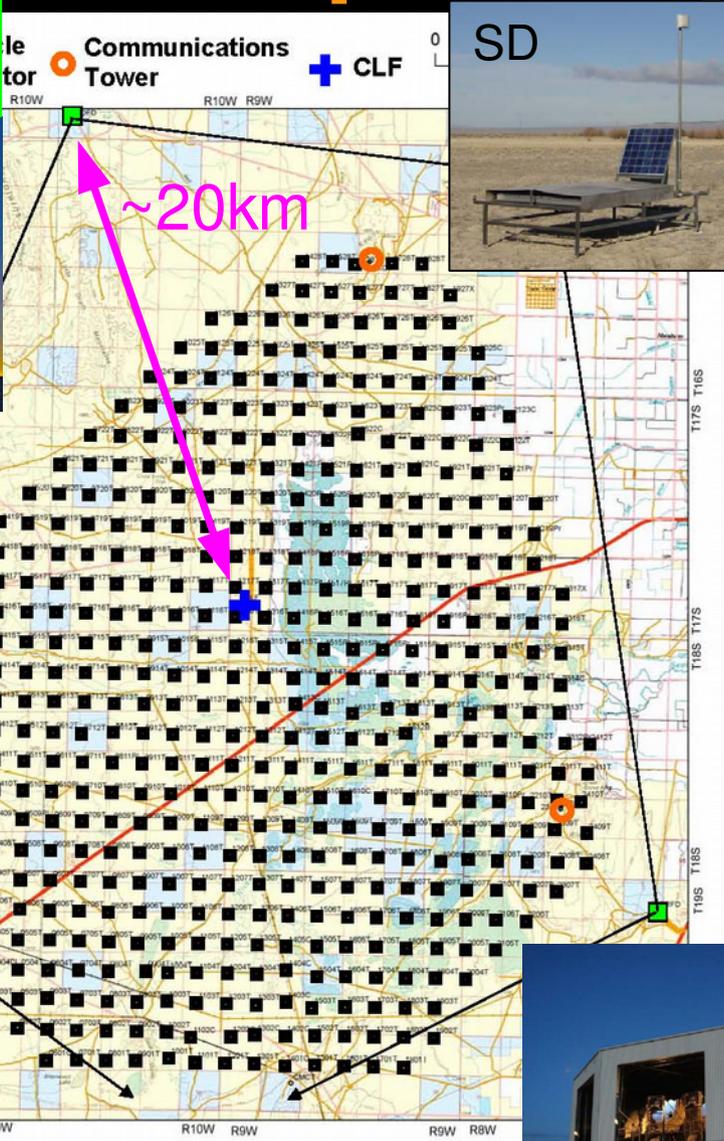
- Phys. Rev. D (accepted)

- “Indications of a Cosmic Ray Source in the Perseus-Pisces
Supercluster”

- ApJ Lett.

Telescope Array Observatory

Middle Drum (MD)
14 telescopes



- Telescope Array
 - Utah, USA (1400m a.s.l.)
 - Surface Detector (SD) Array
 - 3m² Scintillation Detector x 507
 - 1.2km spacing, total ~700km²
 - 3 communication towers
 - Fluorescence Detector (FD)
 - 3 stations, 38 telescopes
 - HiRes telescopes in Middle Drum site
 - Analysis method
 - SD
 - FD Monocular
 - FD Stereo
 - Hybrid : FD + SD



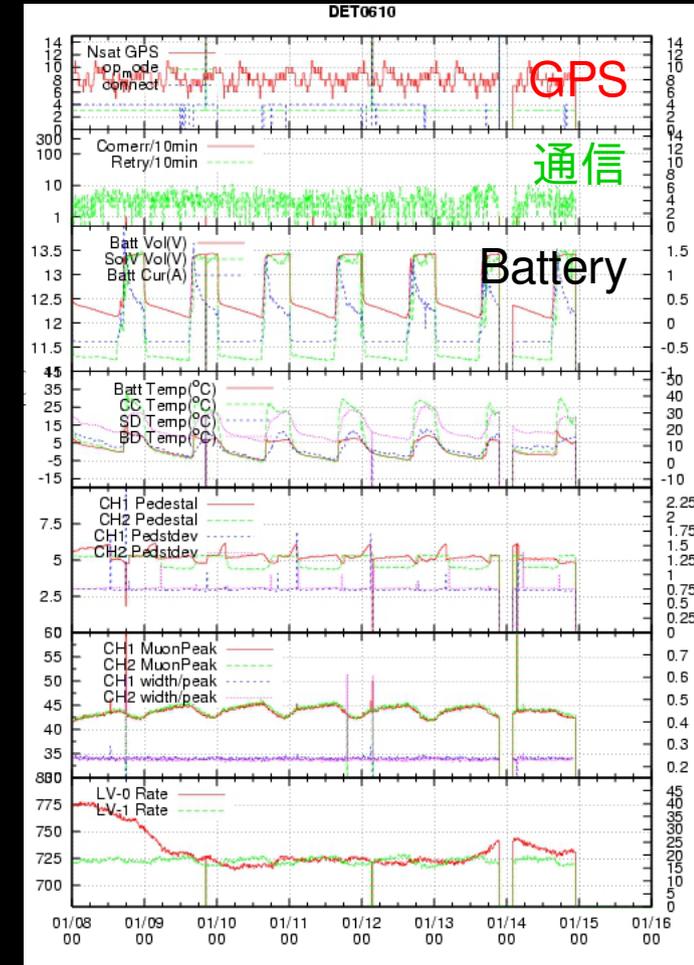
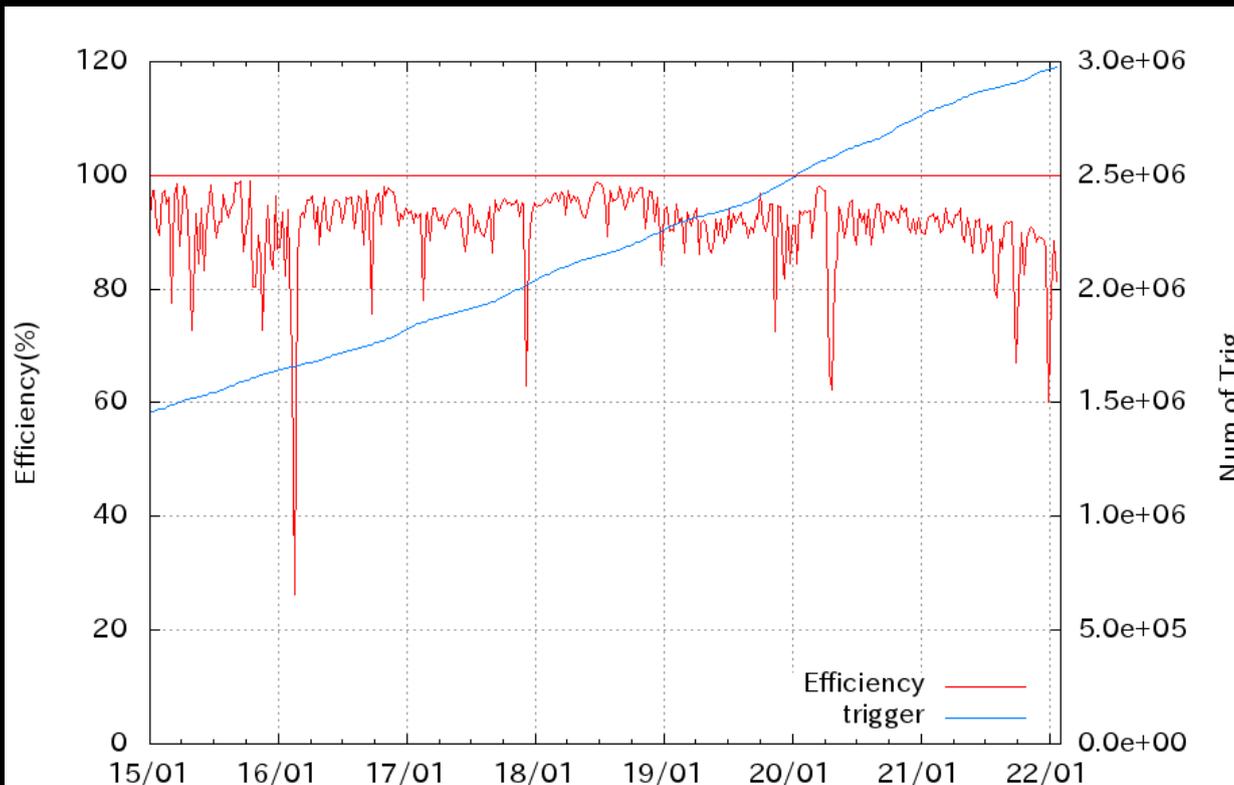
Long Ridge (LR)
12 telescopes



Black Rck Mesa (BR)
12 telescopes

Telescope Array Observatory

- SD status
 - 2008/05 ~
 - remote monitoring
 - US and JP monitor the status for half a month each

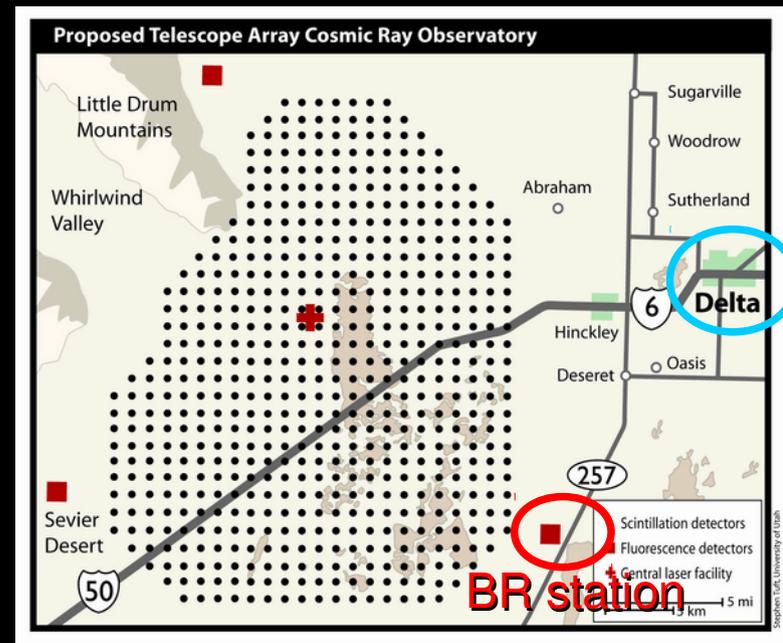
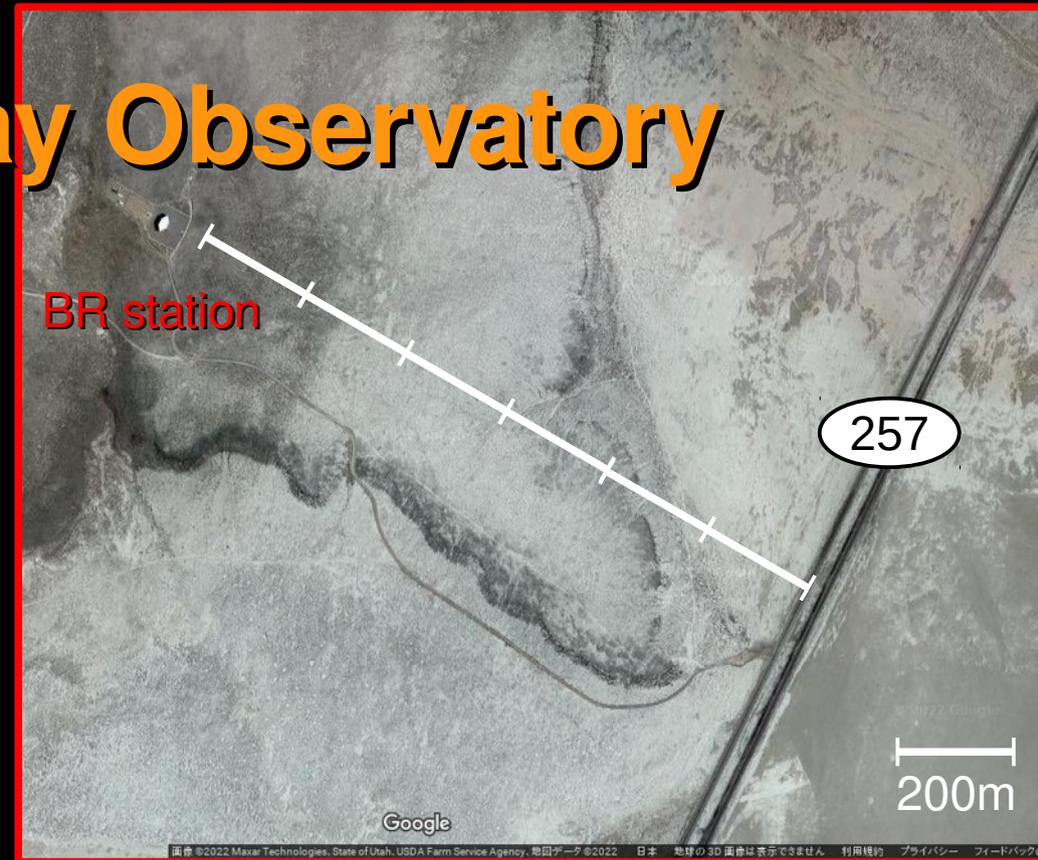


Telescope Array Observatory

- FD status

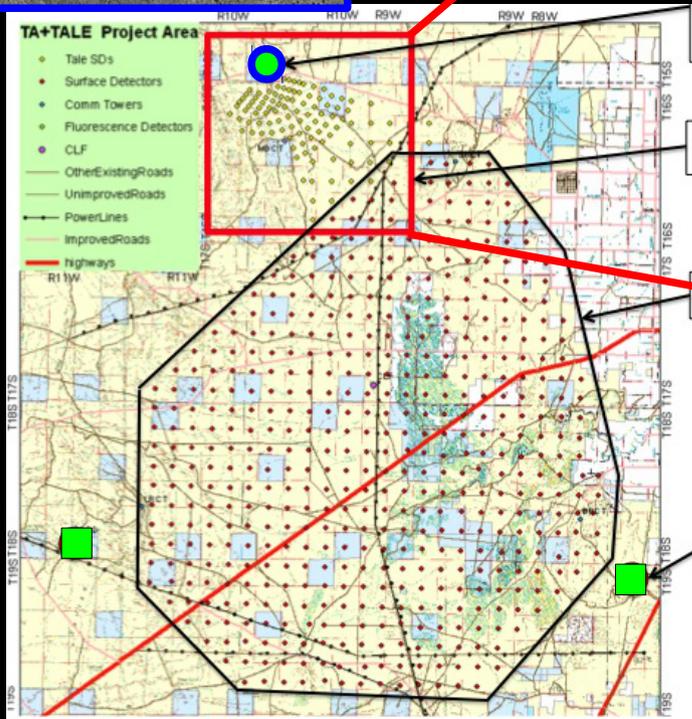
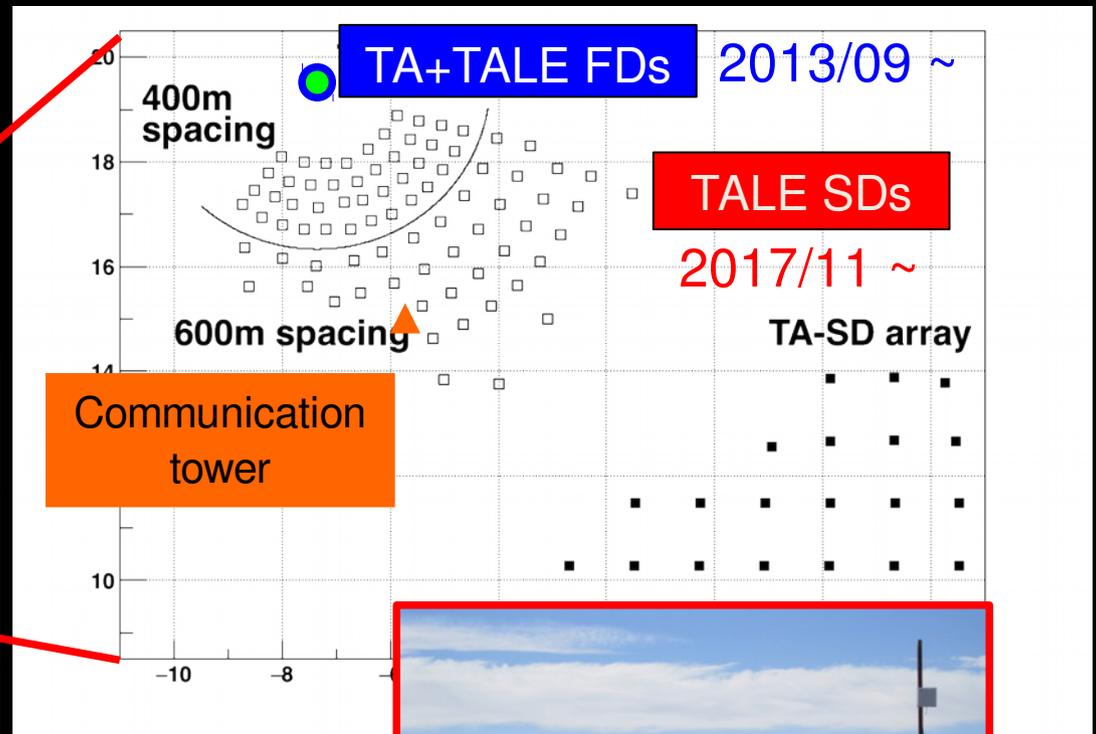
- 2007/11 ~
- 2013/07 ~
remote operation from Delta
- 2019/11 ~
remote operation from JP
 - 2 standby members required
- 2020/03 ~ COVID-19

- **BR** : commercial power line will be connected



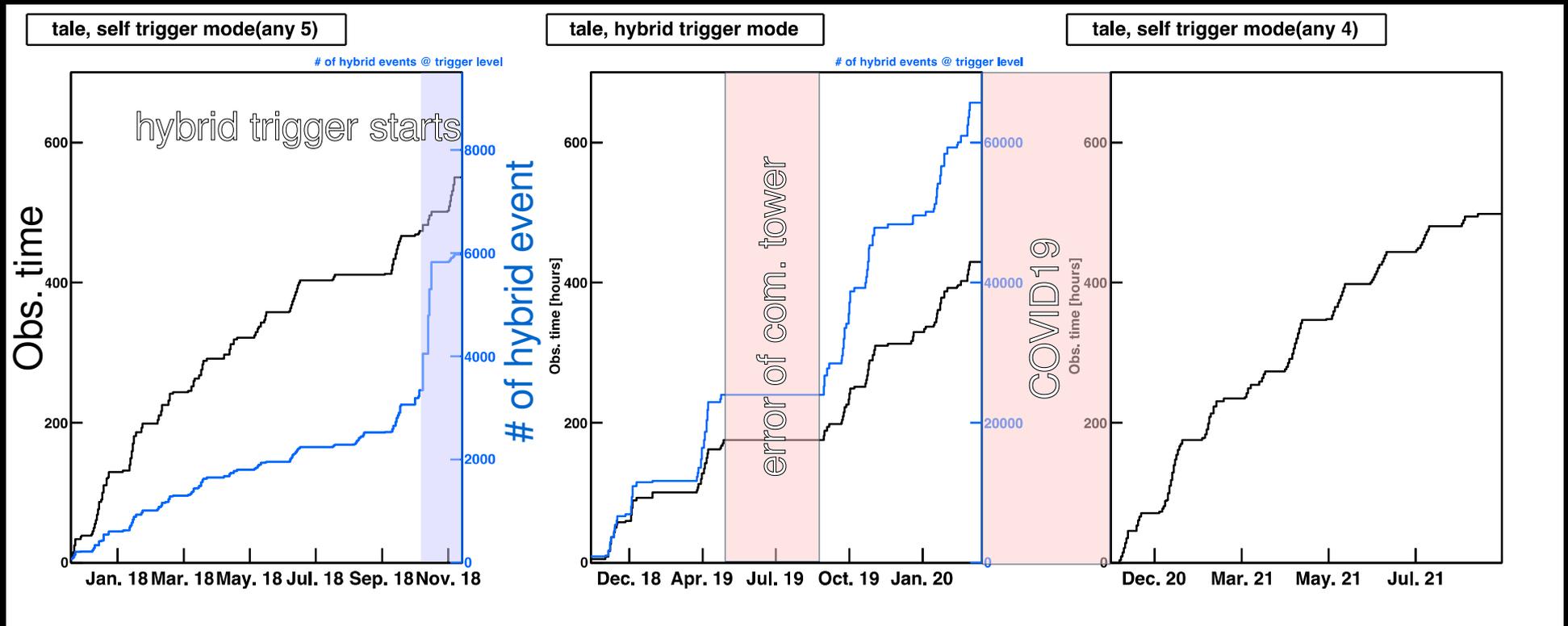
Telescope Array Observatory

- TALE (TA Low energy Extension)

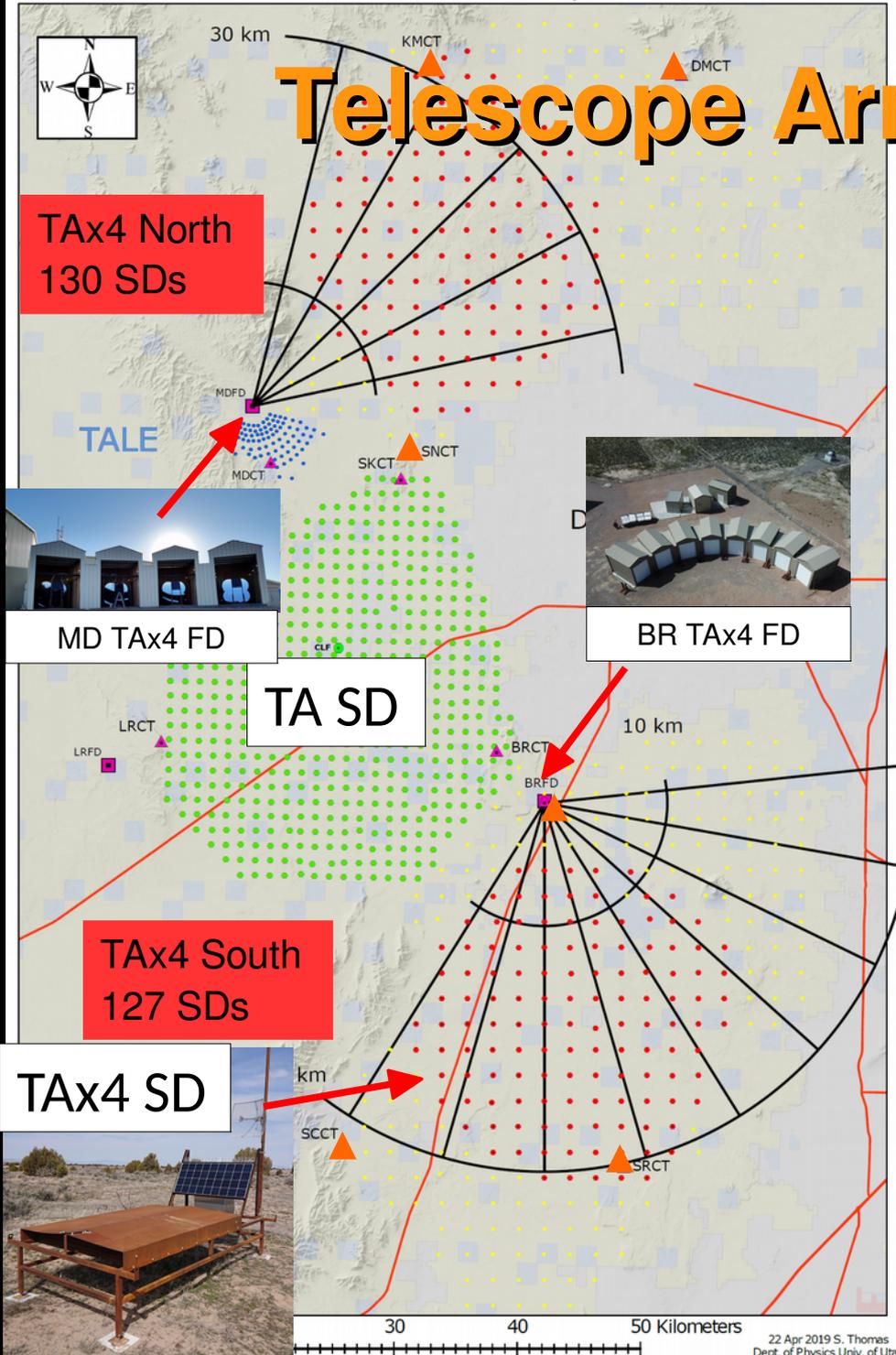


Telescope Array Observatory

- TALE SD & TALE hybrid status
 - ~70/80 SDs are working on average



Telescope Array Observatory



- TAX4

- Quadruple SD array

- Total ~3,000km²

- 500 SDs, 2.08km spacing
 - 257 SDs at present

- started observation since 2019/11

- FD

- 2 new FD stations

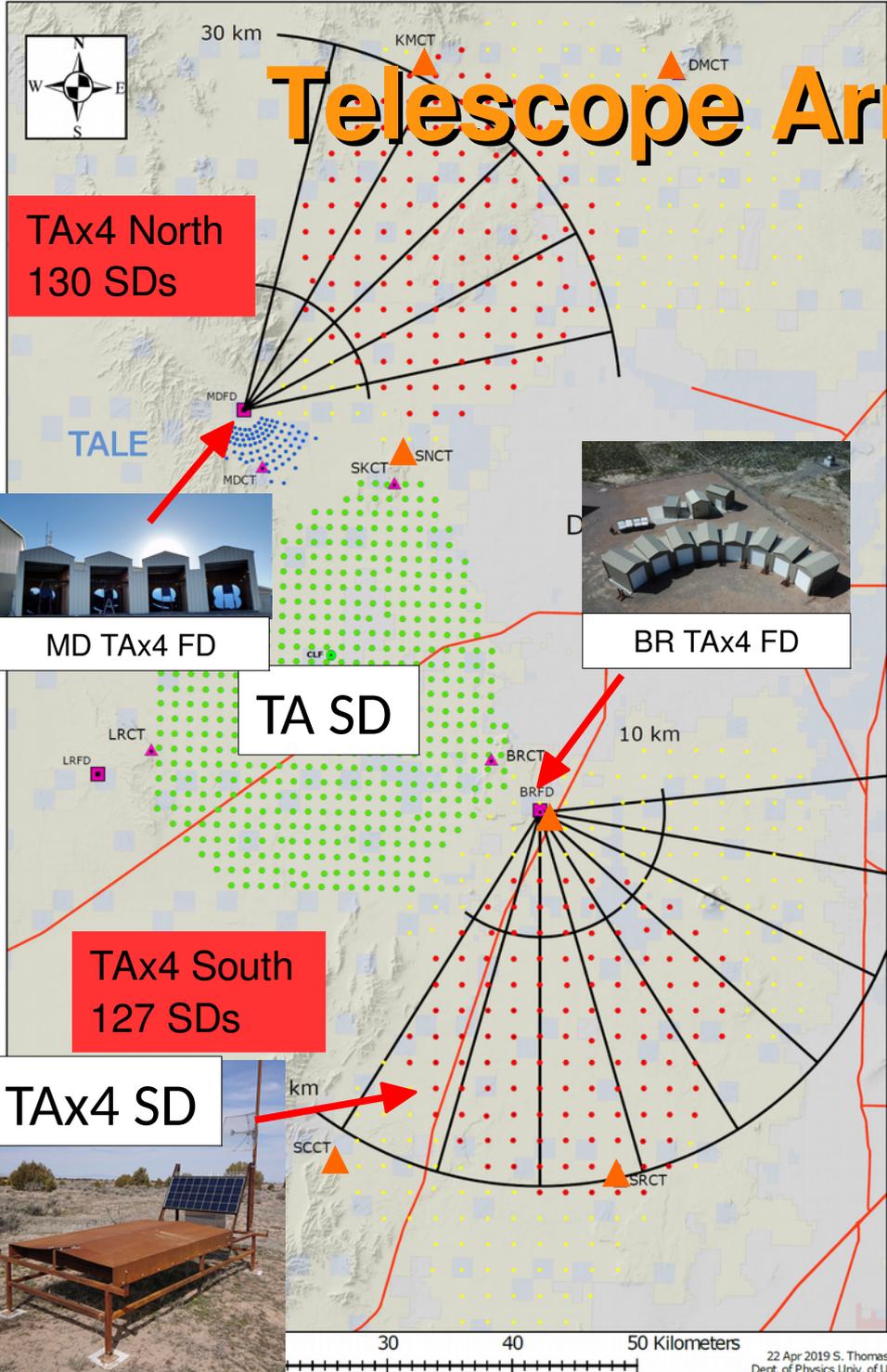
- HiRes-II telescopes

- TAX4 FD North (MD) 2018/07 ~

- trigger improvement 2019/06 ~

- TAX4 FD South (BR) 2020/07 ~

Telescope Array Observatory



• TAx4

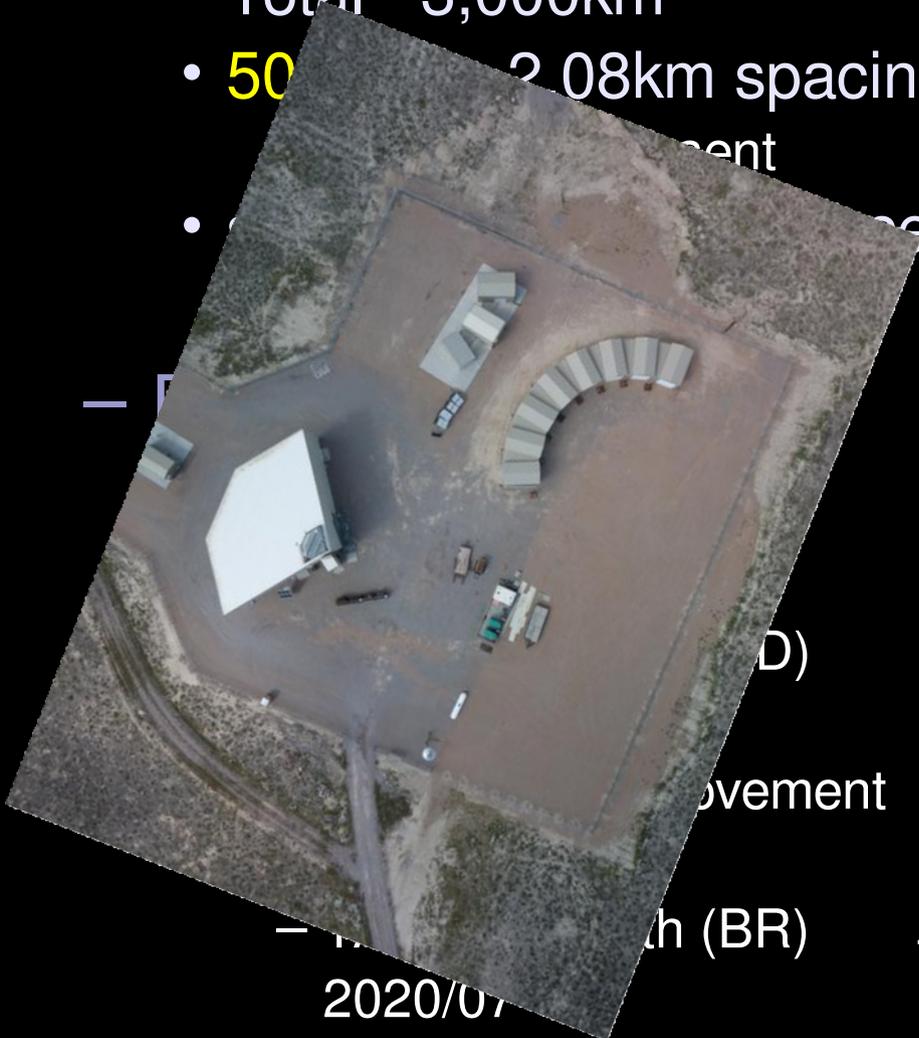
– Quadruple SD array

• Total ~3,000km²

• 50m x 2.08km spacing

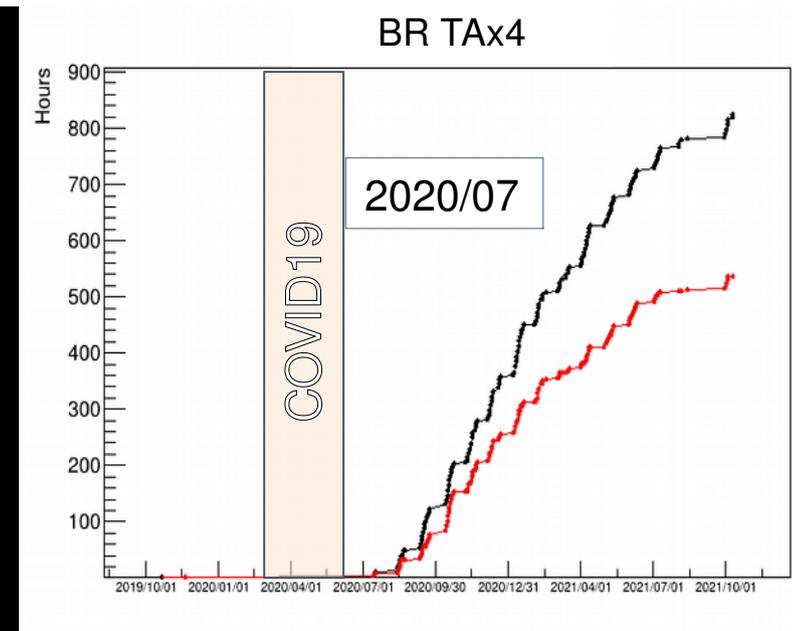
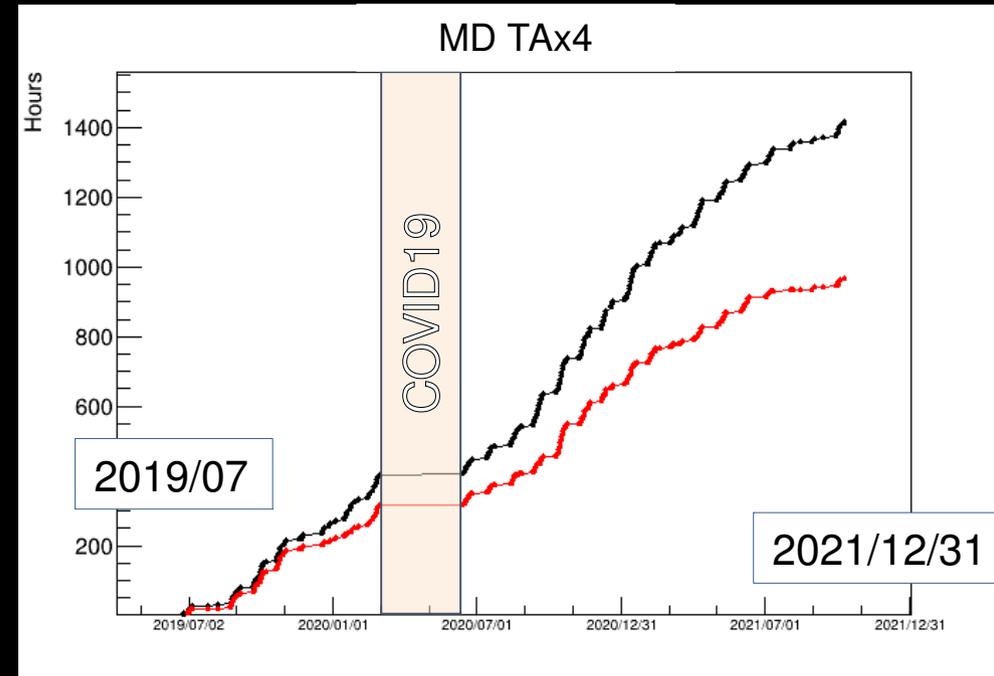
• ... cent

• ...



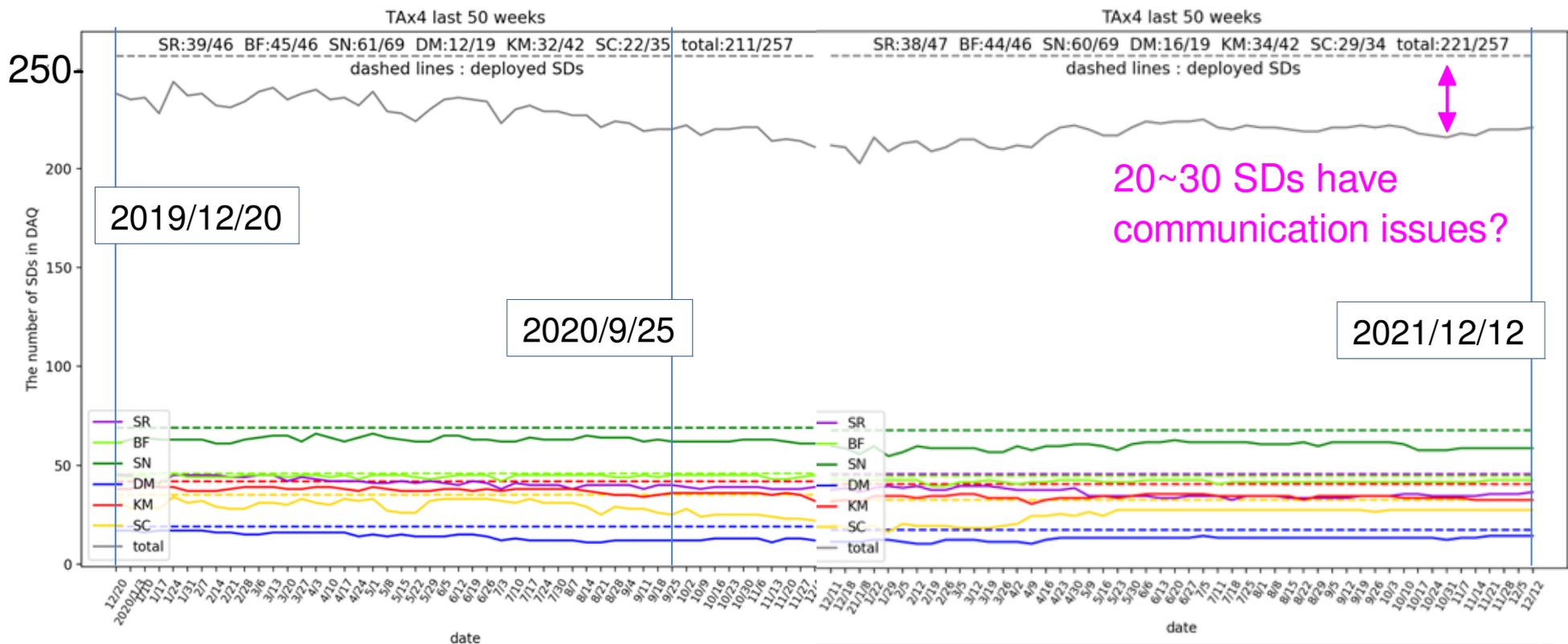
Telescope Array Observatory

- Tax4 FD status
 - MD (North)
 - In-person operation
- 1400 hours total,
~1000 hours **Good Weather**
- BR (South)
 - Remote operation
- from SLC, JP
- 800 hours total,
500 hours **Good Weather**



Telescope Array Observatory

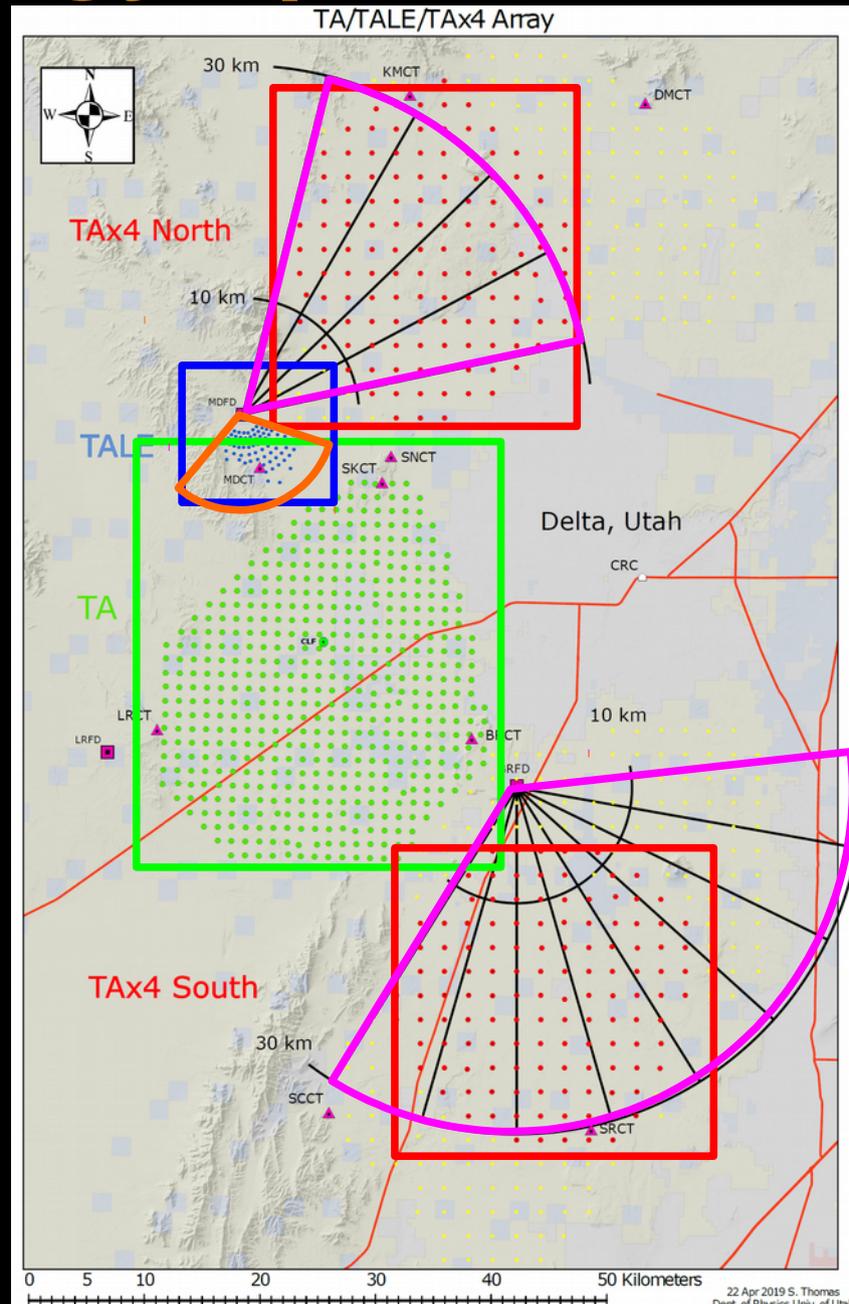
- Tax4 SD status
 - SD DAQ runs stably for ~2years



Analysis : Energy Spectrum

- TA SD + TALE FD
- TALE hybrid
- TAx4 SD
- TAx4 FD

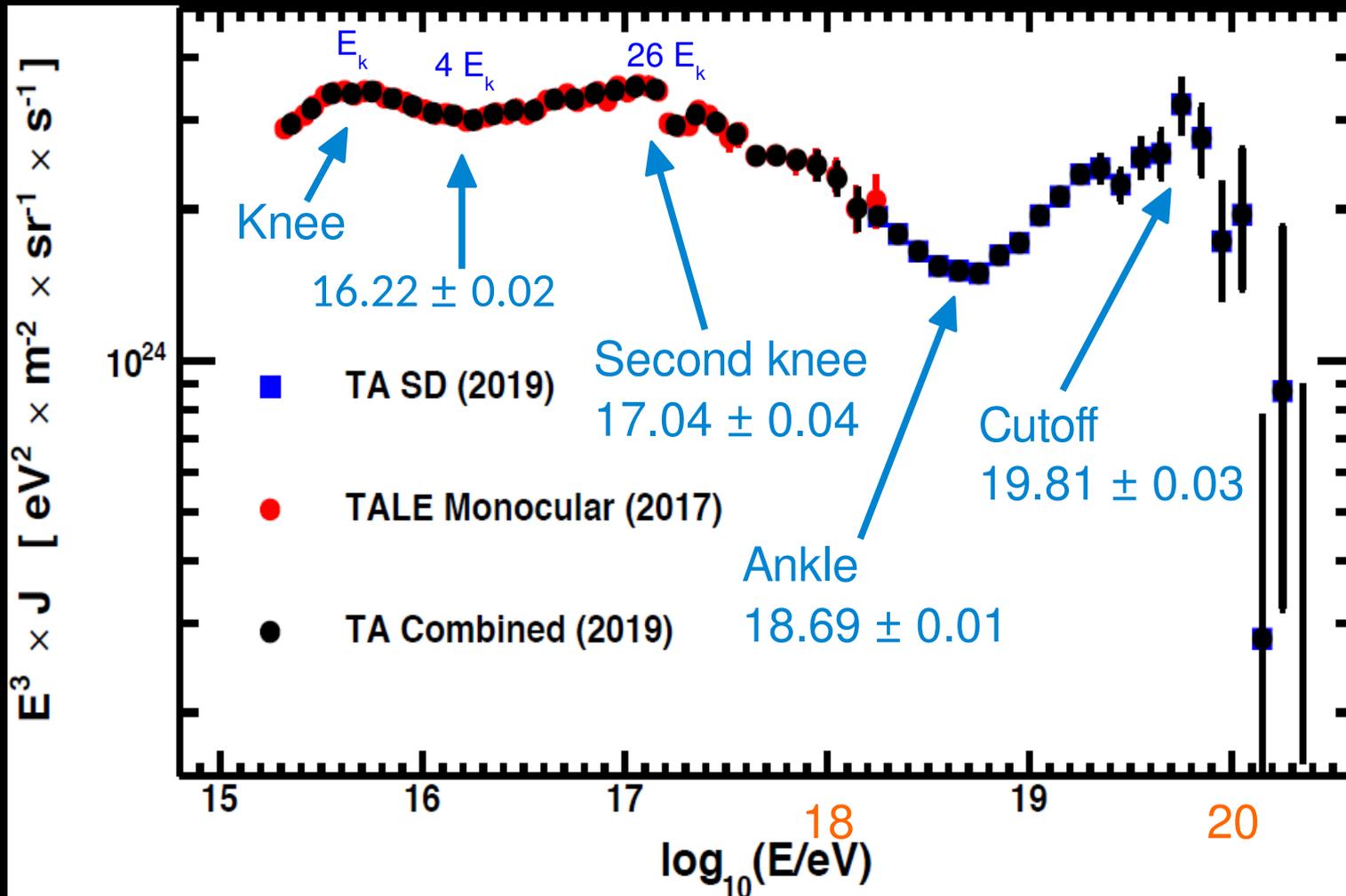
- “*Instep*”
- Auger + TA



Energy Spectrum

- TA SD + TALE FD

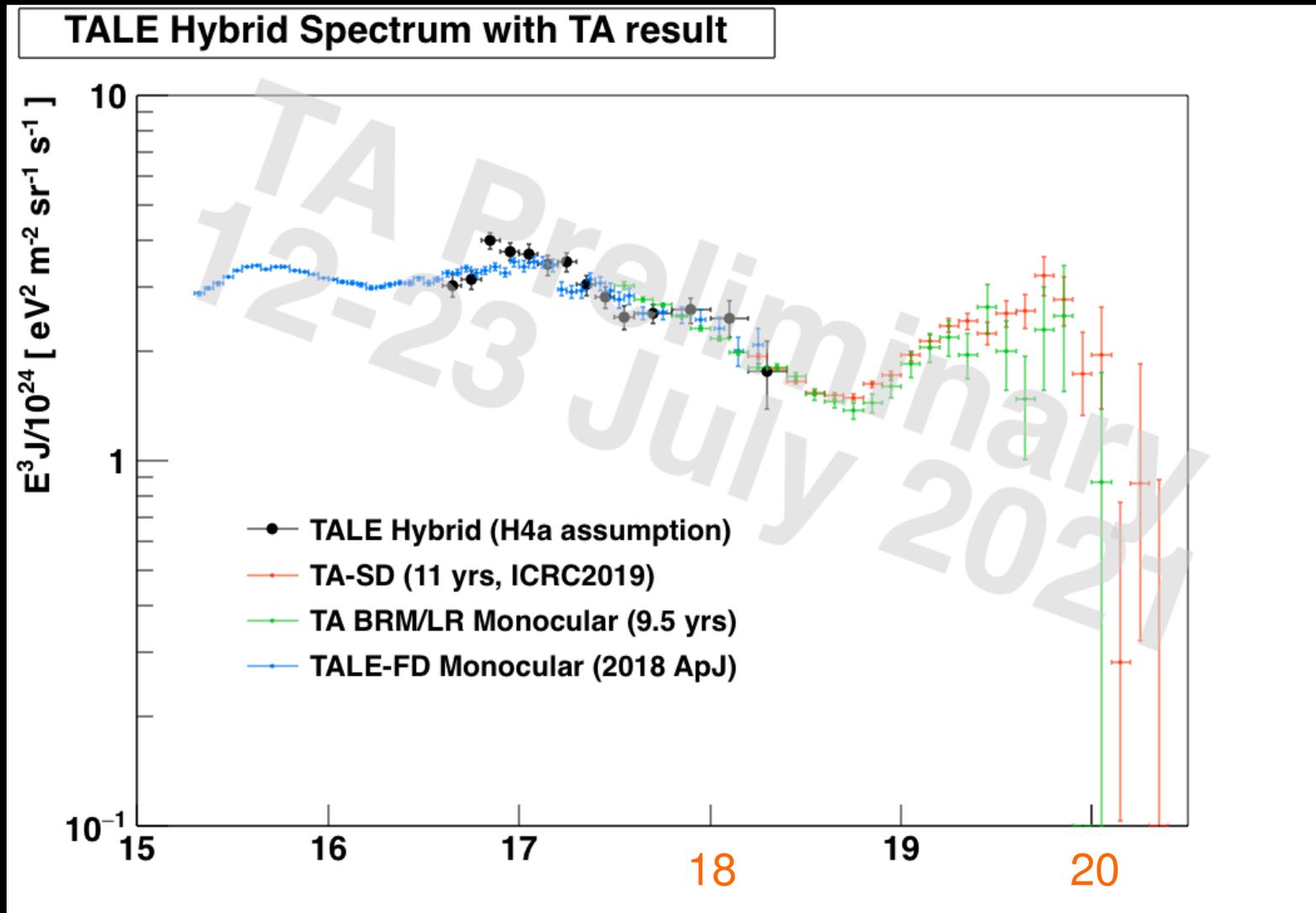
22 months
TALE FD monocular
+
11 years TA SD



Energy Spectrum

K.Fujita, 物理学会
2021/09

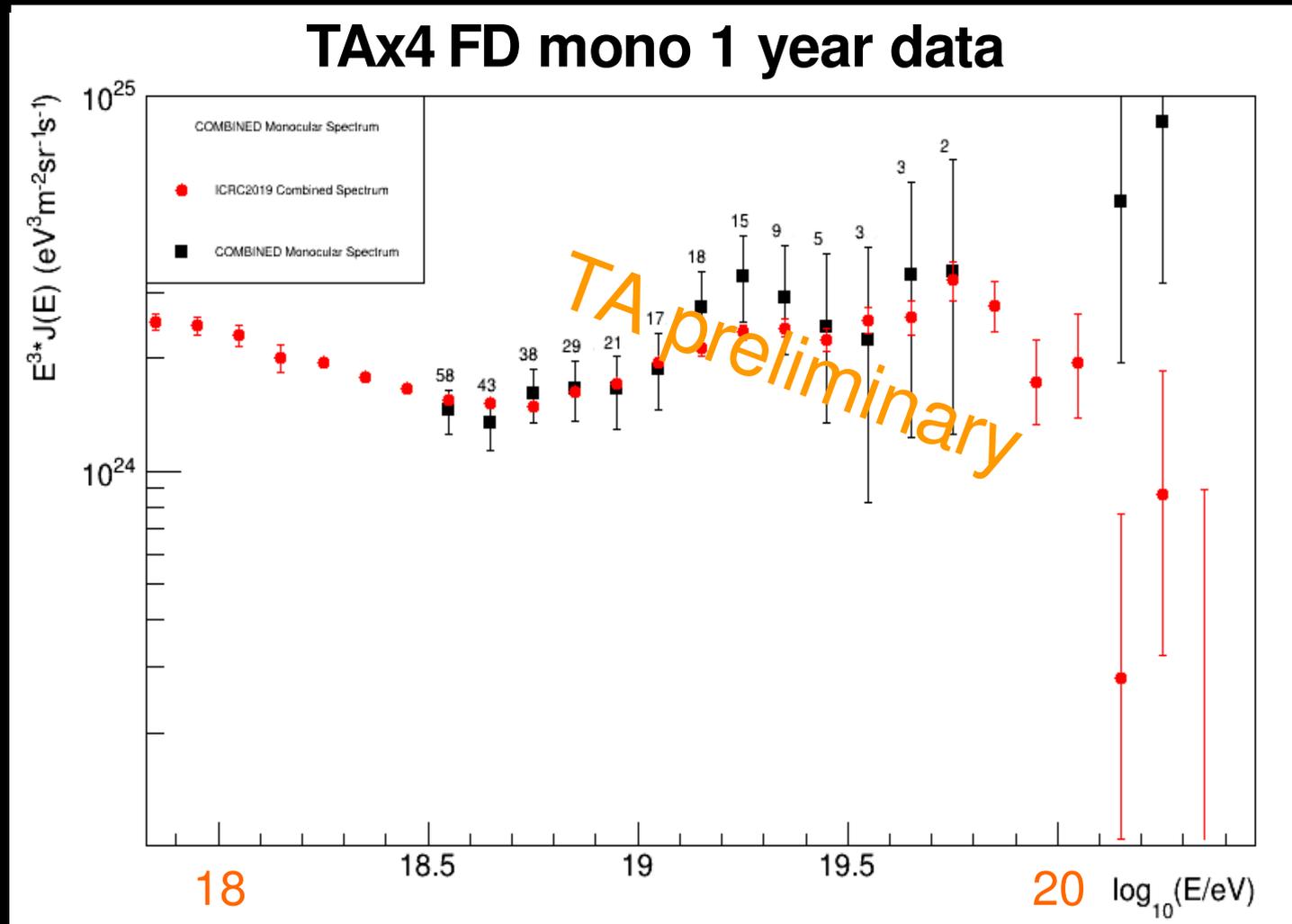
- TALE Hybrid trigger



Energy Spectrum

- TAX4 FD

M. Potts, ICRC2021

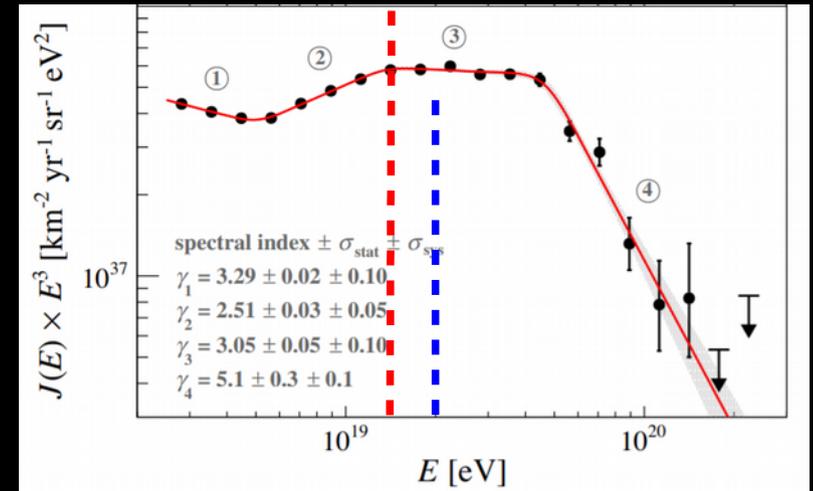


Energy Spectrum

A. Aab *et al.* (The **Pierre Auger** Collaboration)
 Phys. Rev. Lett. 125, 121106 (2020)

- The “*Instep*” feature

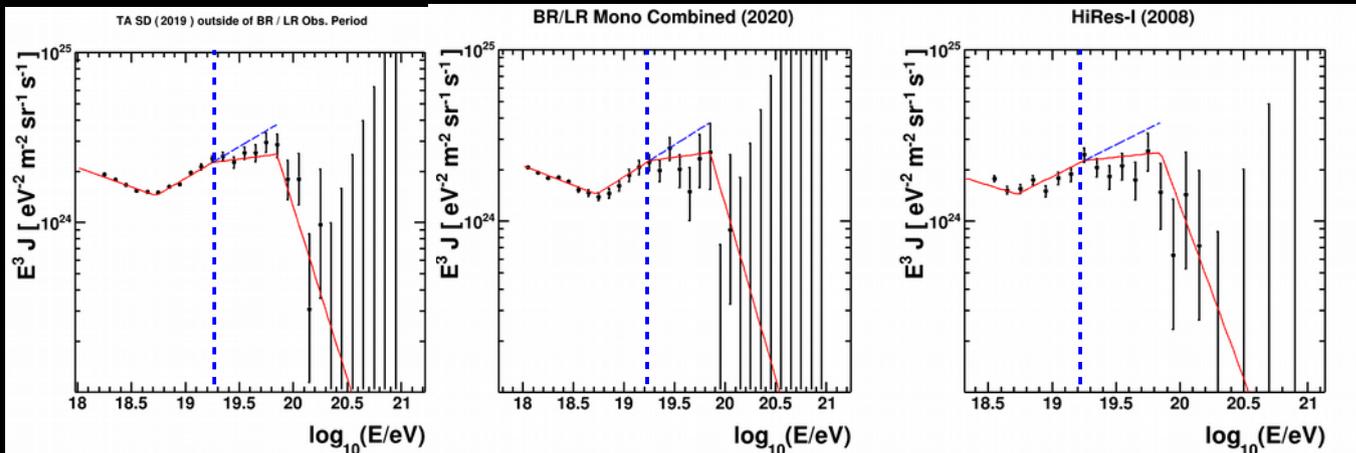
Pierre Auger found a spectrum softening in $10^{19} - 10^{19.5}$ eV range
 Combining **TA SD**, **FD** and **HiRes** data, we observe the *Instep* feature in the Northern Hemisphere at $10^{19.25 \pm 0.03}$ eV with a 5.3σ significance



TA SD

TA FD

HiRes



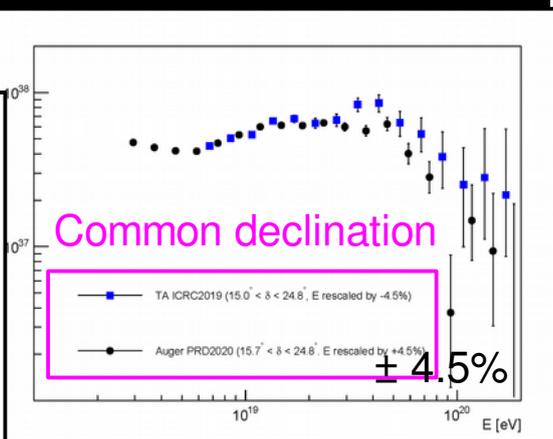
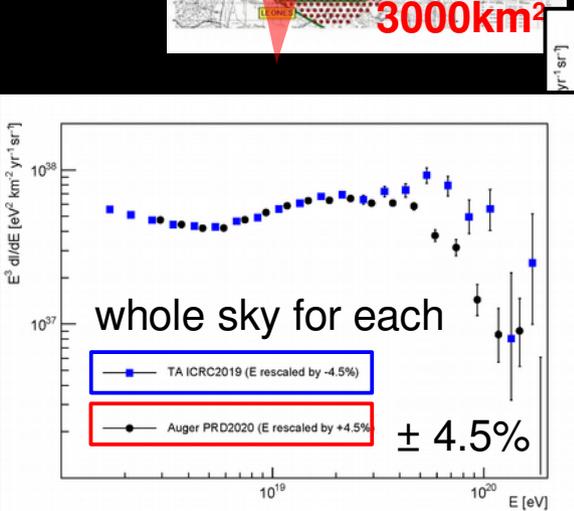
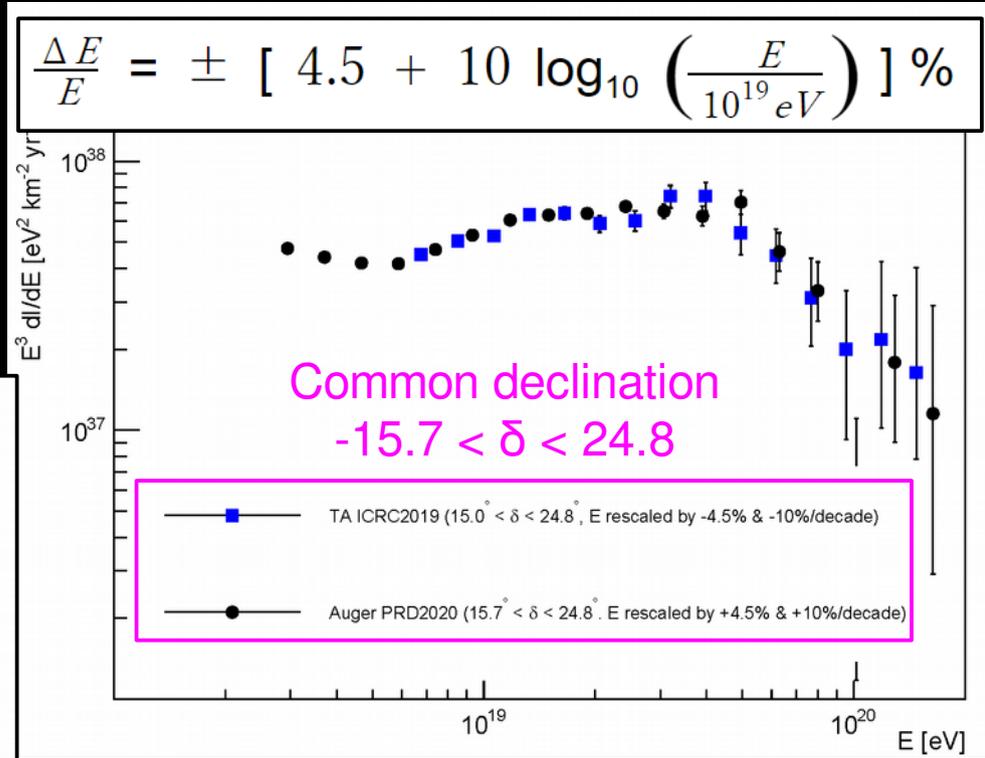
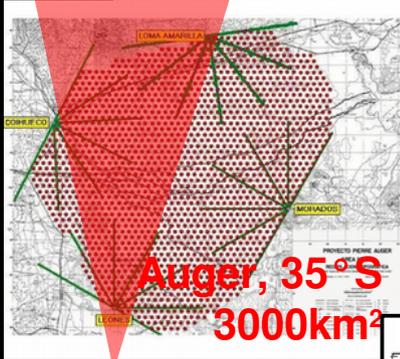
Parameter	Auger	TA
γ_1	3.29 ± 0.02	3.23 ± 0.01
γ_2	2.51 ± 0.03	2.63 ± 0.02
γ_3	3.05 ± 0.05	2.92 ± 0.06
γ_4	5.1 ± 0.3	5.0 ± 0.4
$E_{\text{ankle}}/\text{EeV}$	5.0 ± 0.1	5.4 ± 0.1
$E_{\text{instep}}/\text{EeV}$	13 ± 1	18 ± 1
$E_{\text{cut}}/\text{EeV}$	46 ± 3	71 ± 3

Y. Tsunesada,
 Auger+TA spectrum WG,
 ICRC2021

Energy Spectrum

- Auger + TA WG

- Absolute energy scale difference 9% + energy-dependent shift of $\pm 10\%$ per decade



Analysis : Anisotropy

- Clustering
 - Hot spot : $E > 57 \text{ EeV}$
 - slightly Lower Energy
- Dipole
- LSS
- Declination dependence

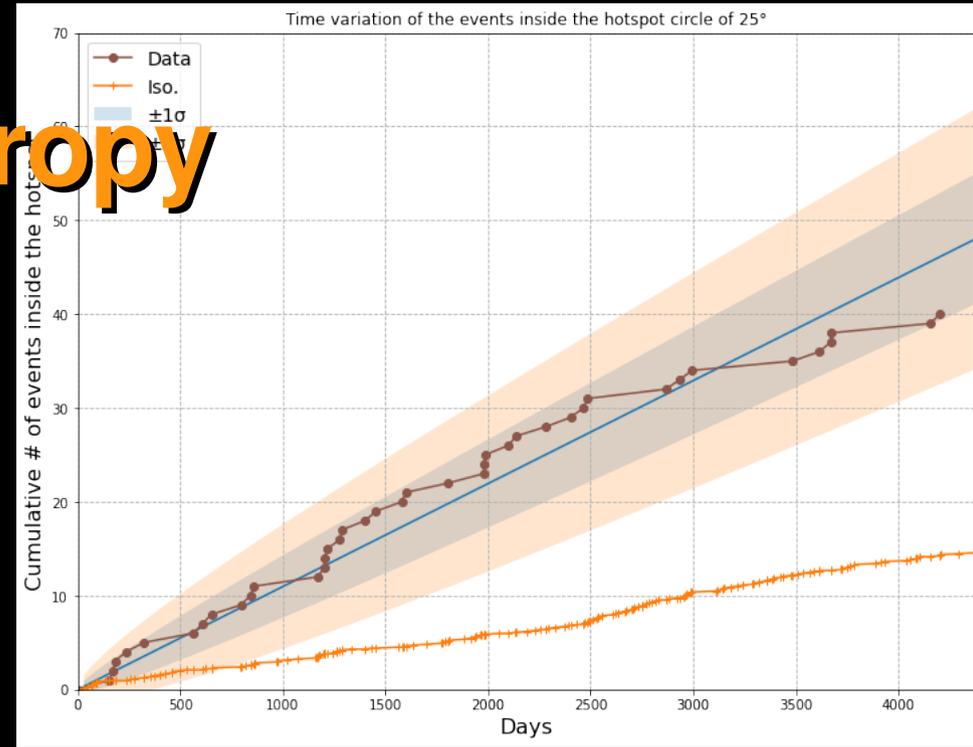
Anisotropy

- Hot spot 12-yr

Energy $E > 57$ EeV

Overall post-trial significance has dropped from 3.4σ to 3.2σ

The growth rate of events inside the hotspot is consistent with the linear one within $\sim 1\sigma$



J.H. Kim, ICRC2021

$E > 57$ EeV

Galactic plane
Supergalactic plane
FOV
Max. Sig. ○

TA very preliminary!

First 5-yrs: 72 events

S at hotspot center = 5σ

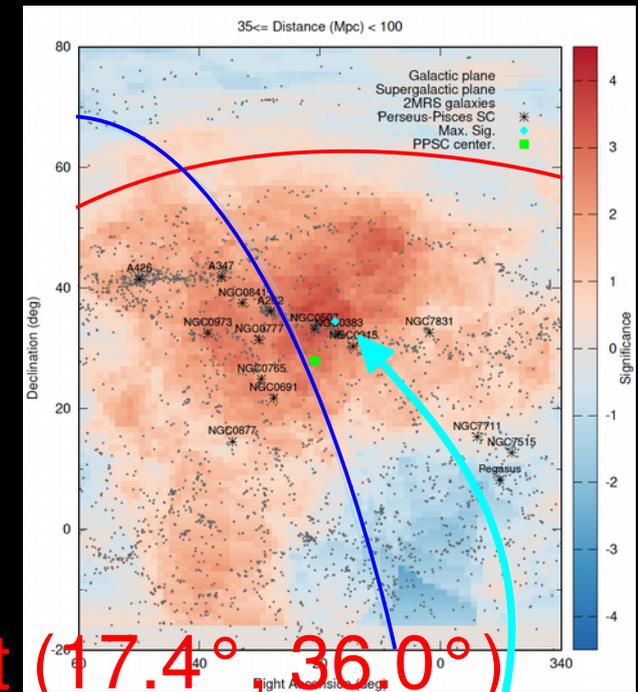
Galactic plane
Supergalactic plane
FOV
Max. Sig. ◆

12-year : 179 events

Anisotropy

- slightly Lower Energy
 - 864 events with $E \geq 10^{19.4}$ eV (11-year TA SD data)
 - Maximum local significance: 4.4σ at $(17.4^\circ, 36.0^\circ)$
 - Observed: 85 events
 - Expected from isotropy: 49.5 events

Perseus-Pisces supercluster



J.H. Kim, ICRC2021

$E > 57$ EeV

Galactic plane
Supergalactic plane
FOV of TA
Max. Sig.

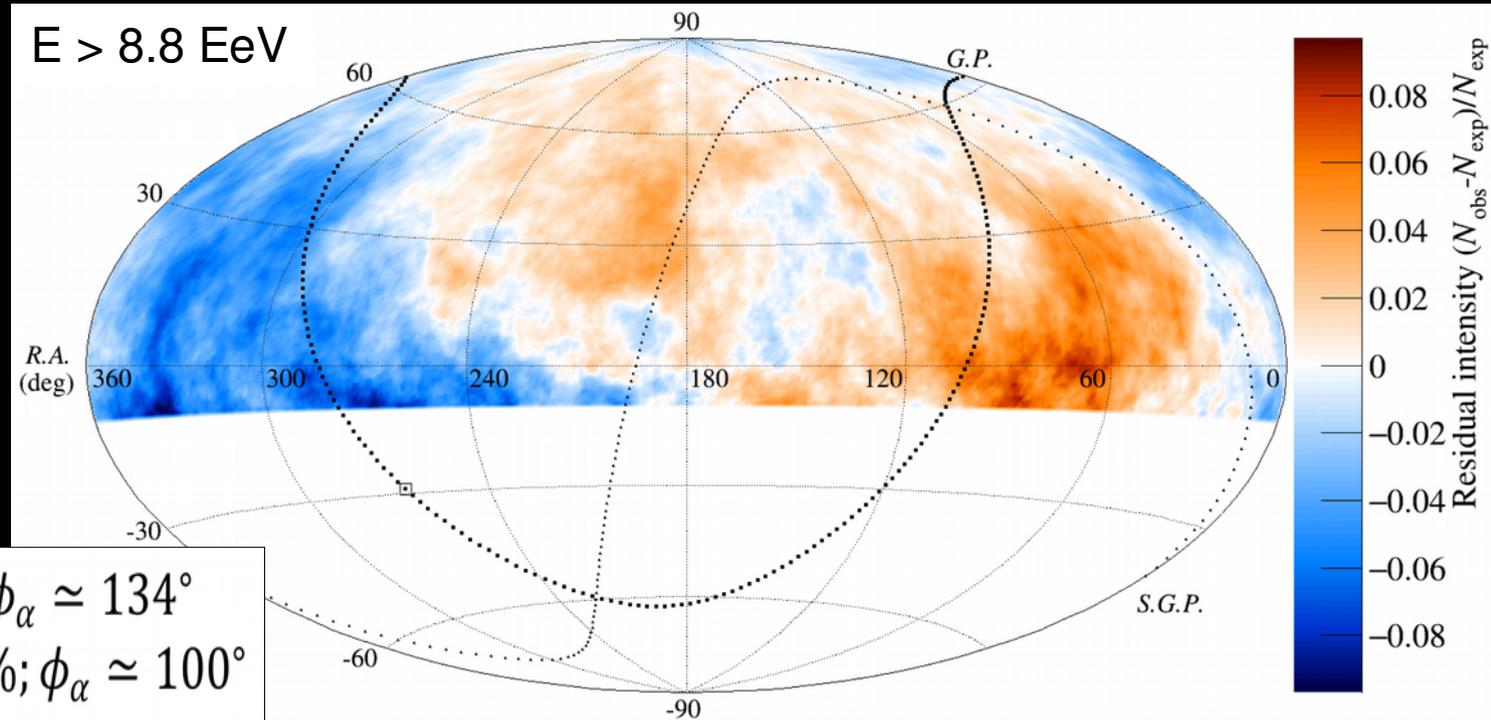
$E > 25$ EeV

Galactic plane
Supergalactic plane
FOV of TA
Max. Sig.

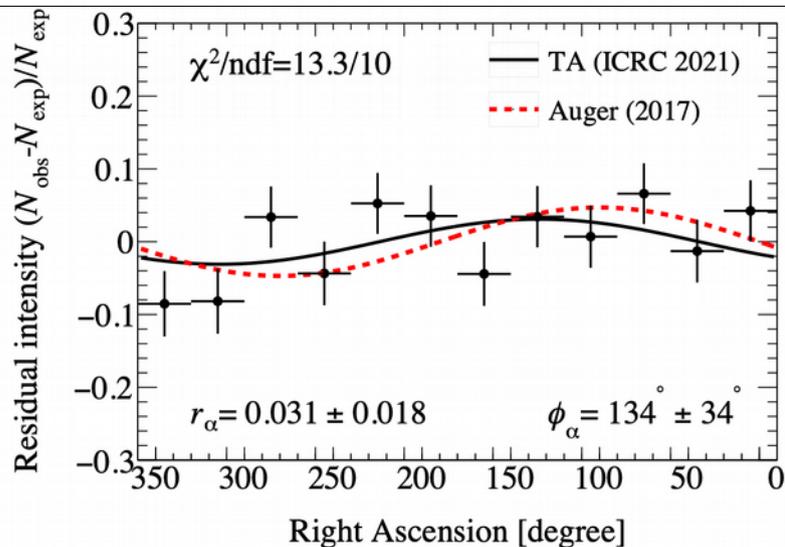
TA very preliminary!
July 2021

Anisotropy

- Dipole 12-yr



TA 12-yr result : $r_{\alpha} \approx 3.1\%$; $\phi_{\alpha} \approx 134^{\circ}$
 Auger 2017 result : $r_{\alpha} \approx 4.7\%$; $\phi_{\alpha} \approx 100^{\circ}$

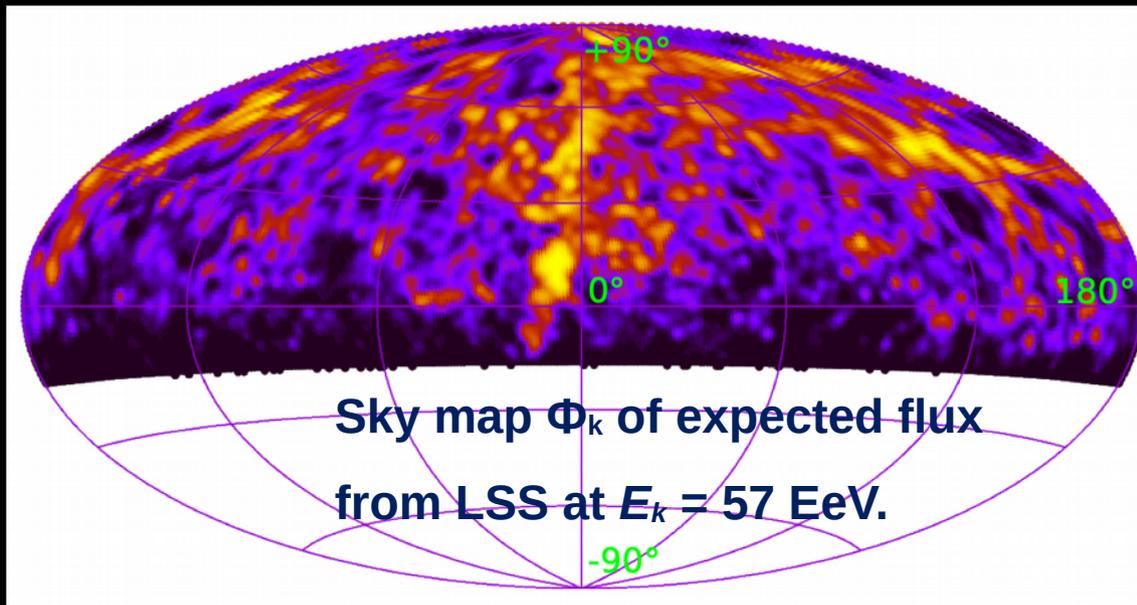


Sky map of residual intensity between TA data and an isotropic distribution for $E > 8.8 \text{ EeV}$ (energy cut corresponds to $E > 8 \text{ EeV}$ used by Auger).

T.Fujii, ICRC2021
 P.Tinyakov, ICRC2021

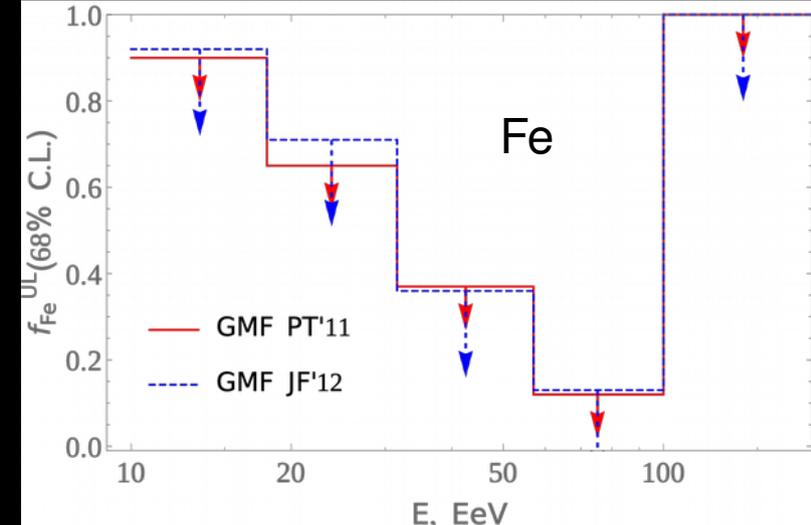
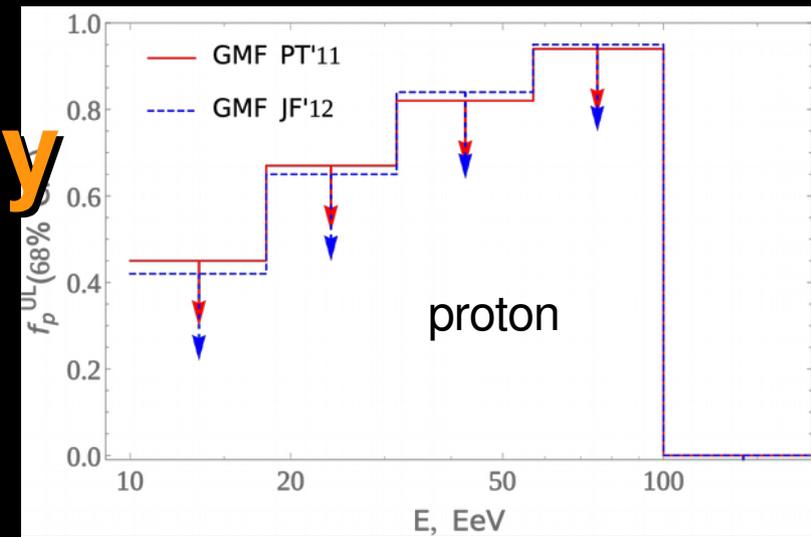
Anisotropy

- Correlation with LSS



Mikhail Kuznetsov, ICRC2021

LSS corrected by 2MRS catalog up to 250 Mpc



Upper limits on proton and iron fractions at 68% C.L. as functions of energy, derived from correlation with LSS

Anisotropy

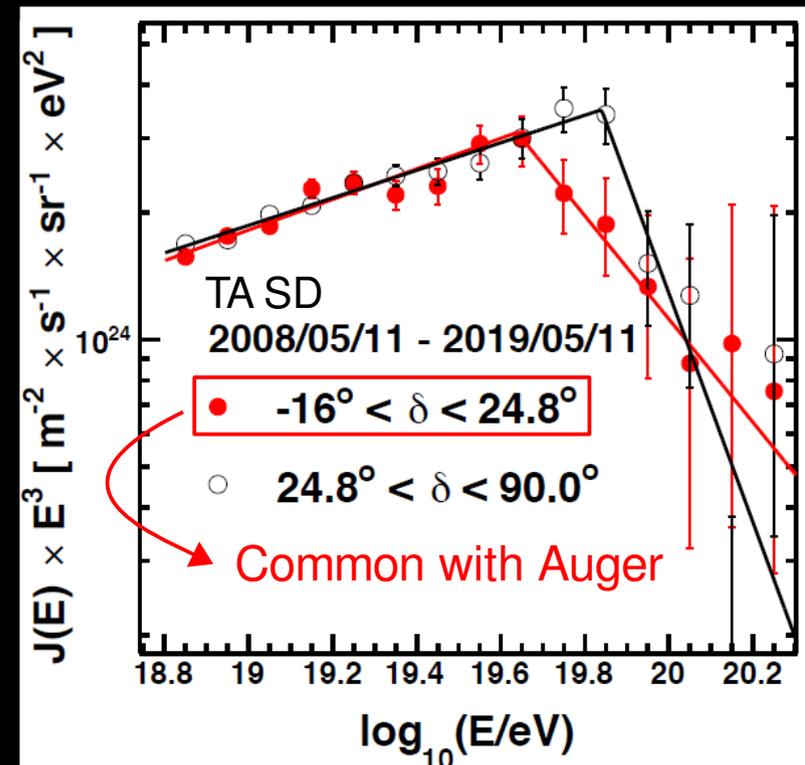
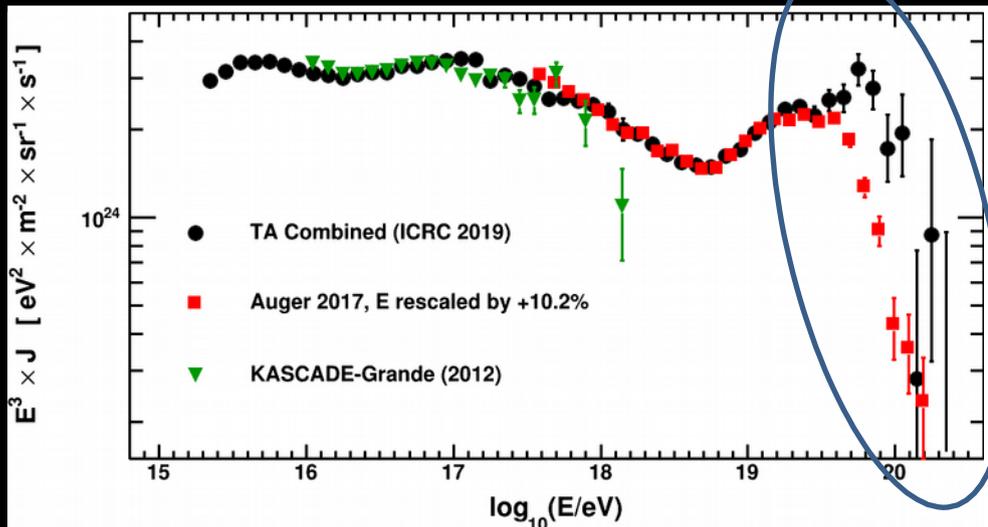
- Declination dependence

- Difference of the cutoff energies of energy spectra

$$\log(E/\text{eV}) = 19.64 \pm 0.04 \text{ for lower dec. band } (-16^\circ \sim 24.8^\circ)$$

$$\log(E/\text{eV}) = 19.84 \pm 0.02 \text{ for higher dec. band } (24.8^\circ \sim 90^\circ)$$

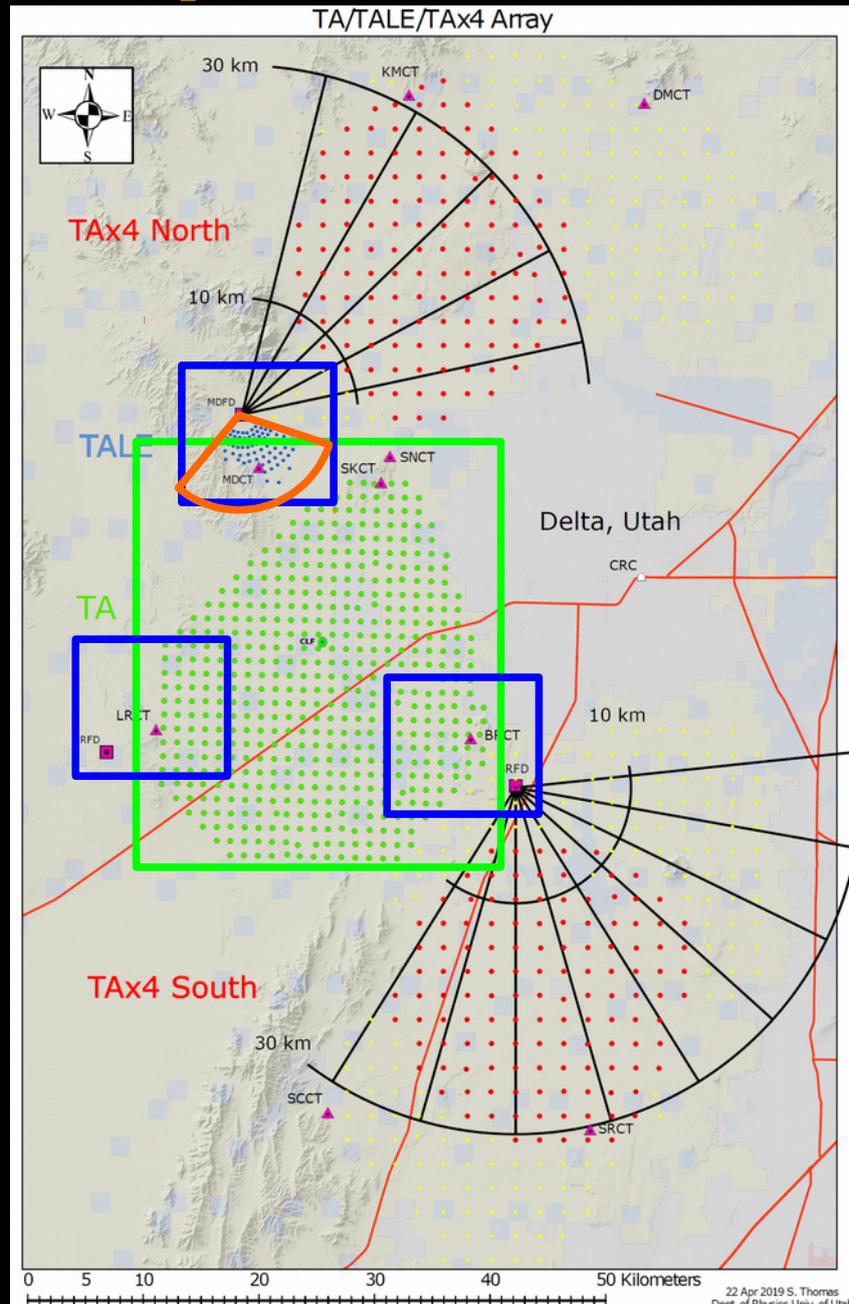
- The global significance of the difference is estimated to be 4.3σ



Analysis : Composition

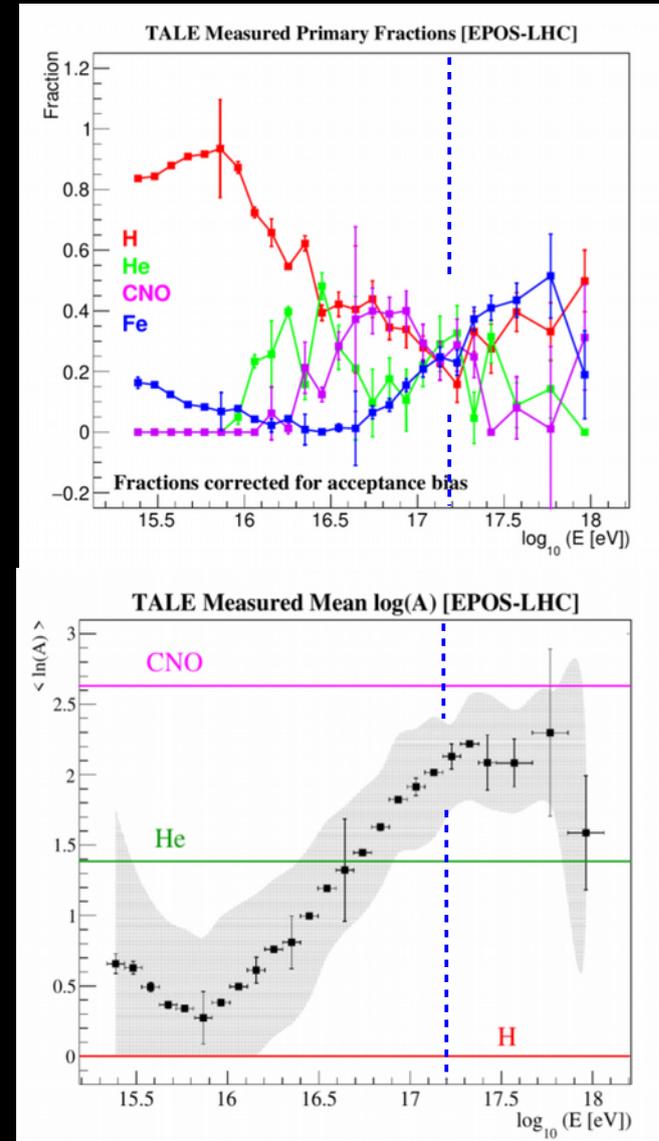
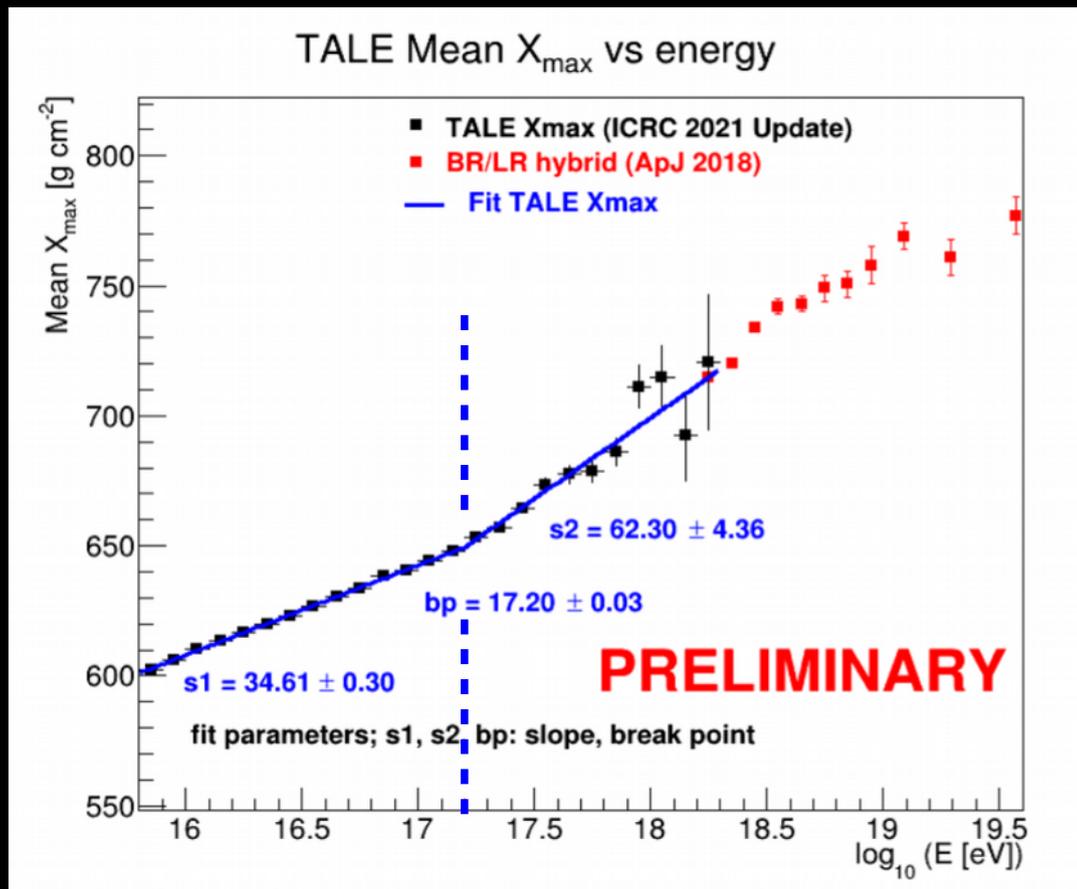
- TALE FD
- TA & TALE hybrid
- TA SD

- UHE photon



Composition

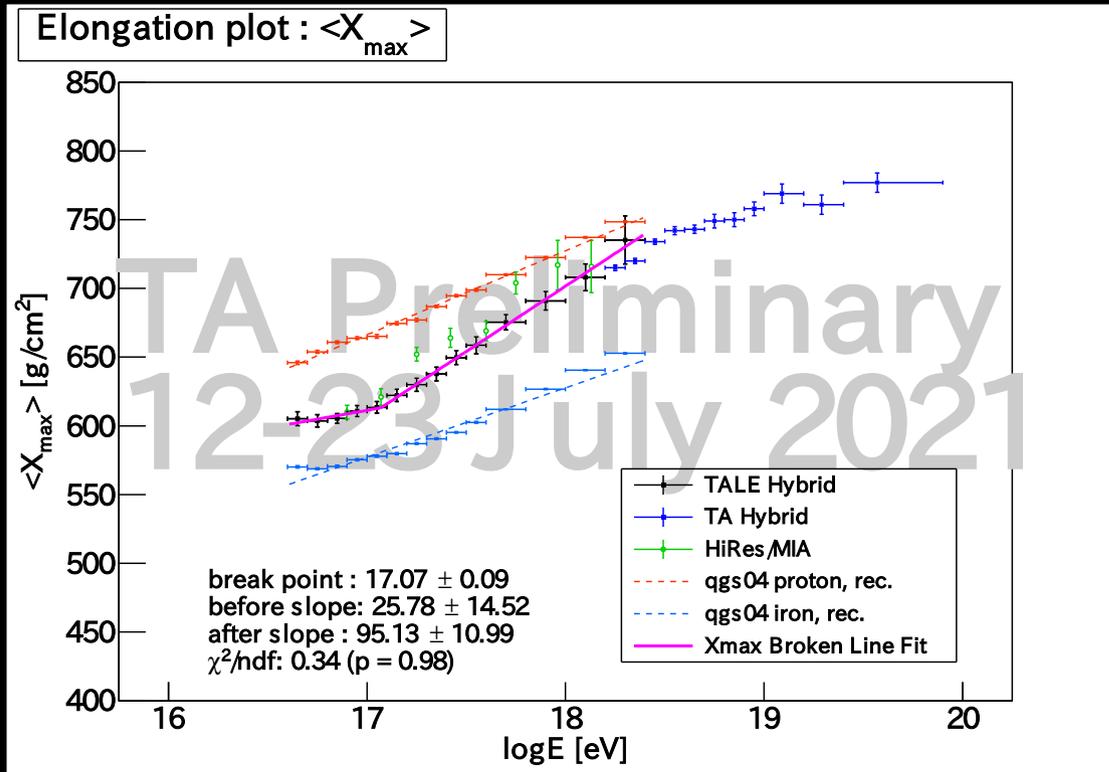
- TALE FD mono



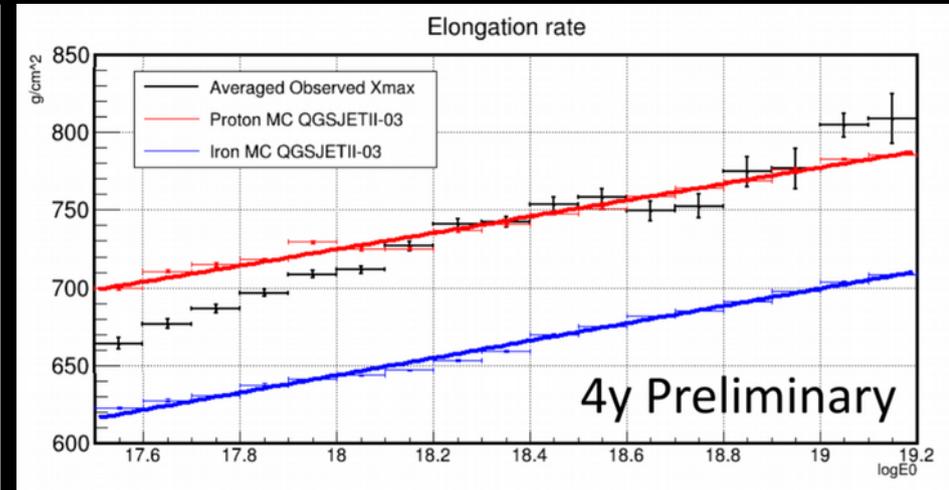
Composition

- TA & TALE hybrid

TALE hybrid trigger



TA hybrid trigger



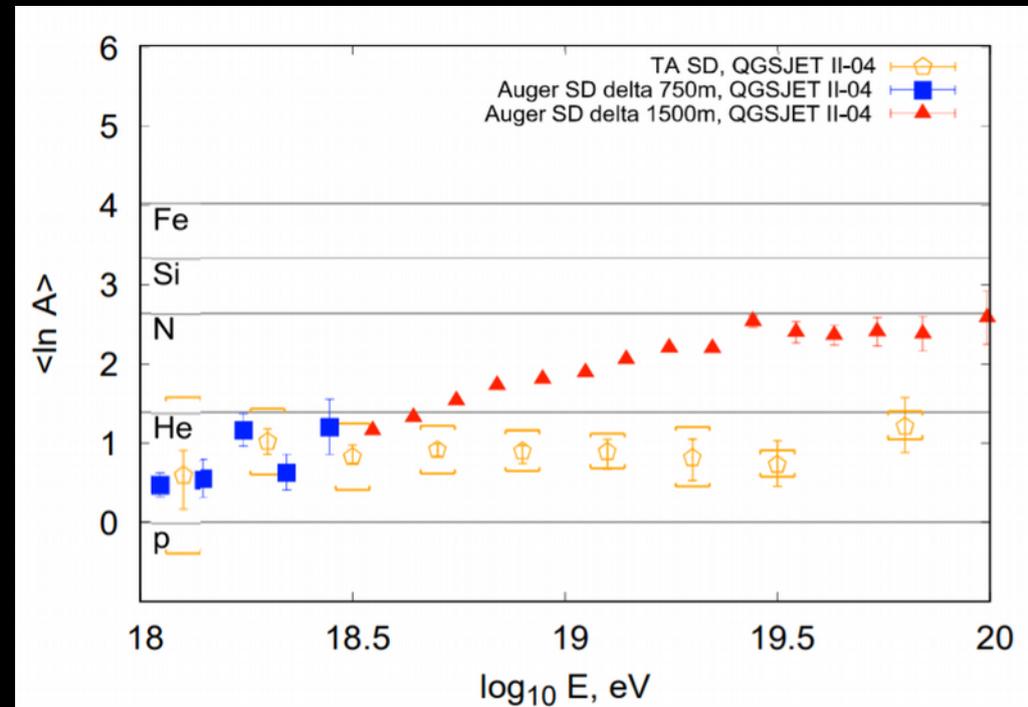
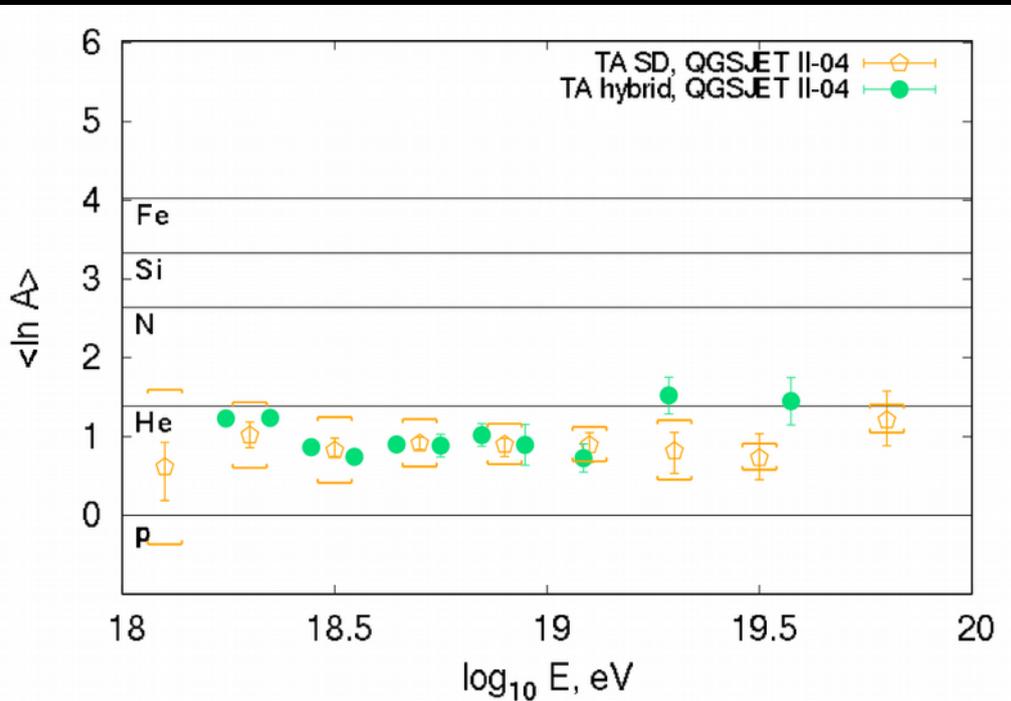
H.Shin, ICRC2021

Composition

- TA SD

- Machine learning technique based on BDT and 16 composition-sensitive observables with 12 years of TA SD data

Y.Zhezher, ICRC2021

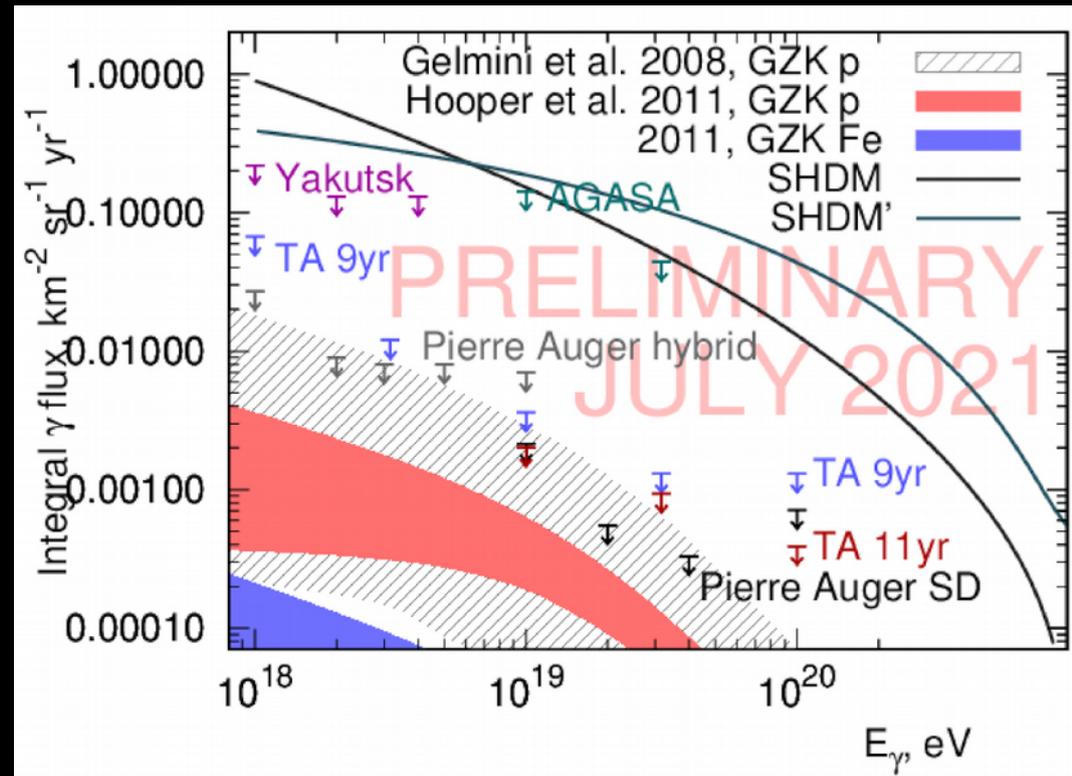
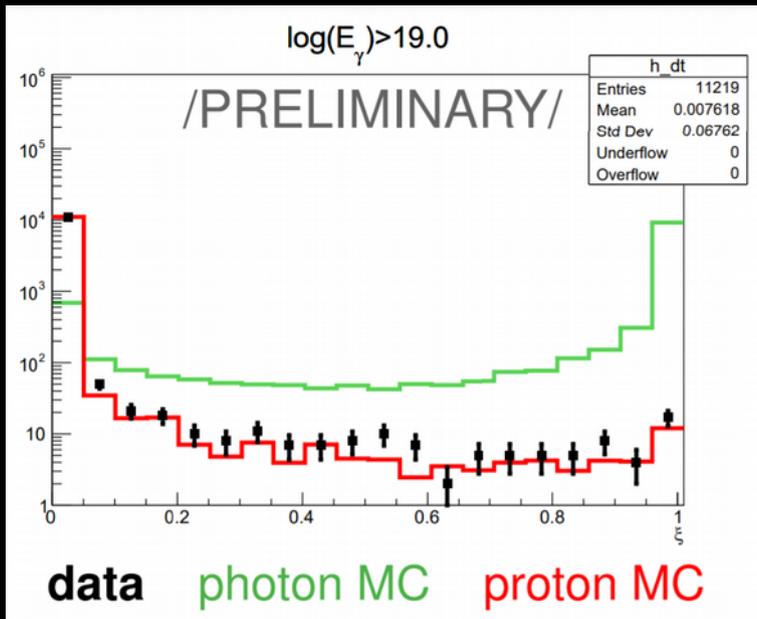


Composition

- UHE photon limits

New $p - \gamma$ classifier based on neural network. Classifier uses full time-resolved signals from all triggered SD stations along with 16 composition-sensitive observables. (TA SD 11 yrs)

E_0, eV	$10^{19.0}$	$10^{19.5}$	$10^{20.0}$
γ candidates	2	1	0
num $\bar{n} <$	6.72	5.14	3.09
A_{eff}	3428	5546	7875
flux $F_\gamma <$	2.0×10^{-3}	9.3×10^{-4}	3.9×10^{-4}



O. Kalashev, ICRC2021
I. Kharuk, ICRC2021

共同利用研究課題

			研究費	旅費	計
F05	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	855	855
C01	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多チャンネル粒子弁別測定システムの開発	240	90	330
F06	有働慈治	TA実験サイトにおける大気透明度測定法の研究・開発	29	285	314
F07	木戸英治	TAx4実験地表検出器の安定稼働のための研究開発	0	0	0
F08	荻尾彰一	TALEハイブリッド実験による10の17乗eV領域宇宙線の研究	0	380	380
F09	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光学系較正の評価	0	238	238
F10	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	143	190	333
F11	竹田成宏	TA-FD観測の完全遠隔制御にかかる観測サイトでの環境整備	96	208	304
F13	藤井俊博	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	0	238	238
F14	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	114	426	540
F15	奥田剛司	片側読み出しシンチレーション検出器による放射線入射位置測定	440	100	540

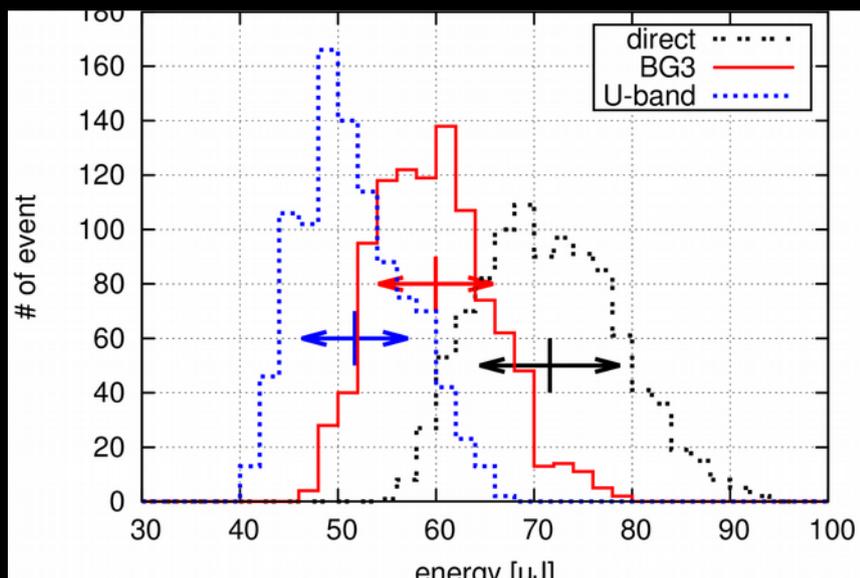
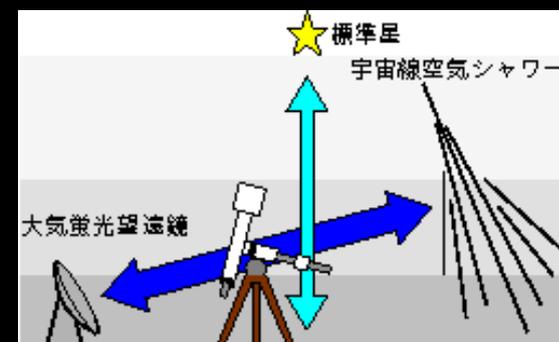
11件 4,072千円

ご支援ありがとうございます。今後ともよろしく願いいたします。

TA実験サイトにおける大気透明度測定法の研究・開発 (F06)

• 恒星光度の追尾測定による大気状態変化の測定

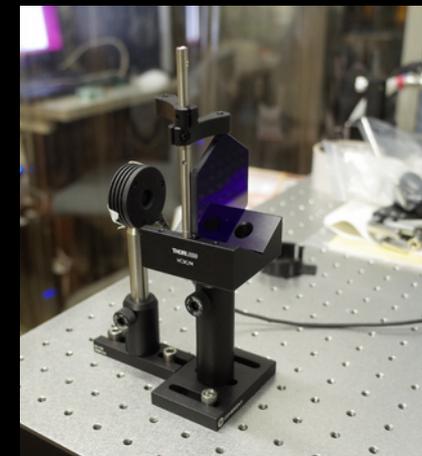
- 2020/02 望遠鏡・赤道儀をユタ州に移送
 - CCDカメラは国内
- BG3フィルター、Johnson Uバンドフィルターの測定



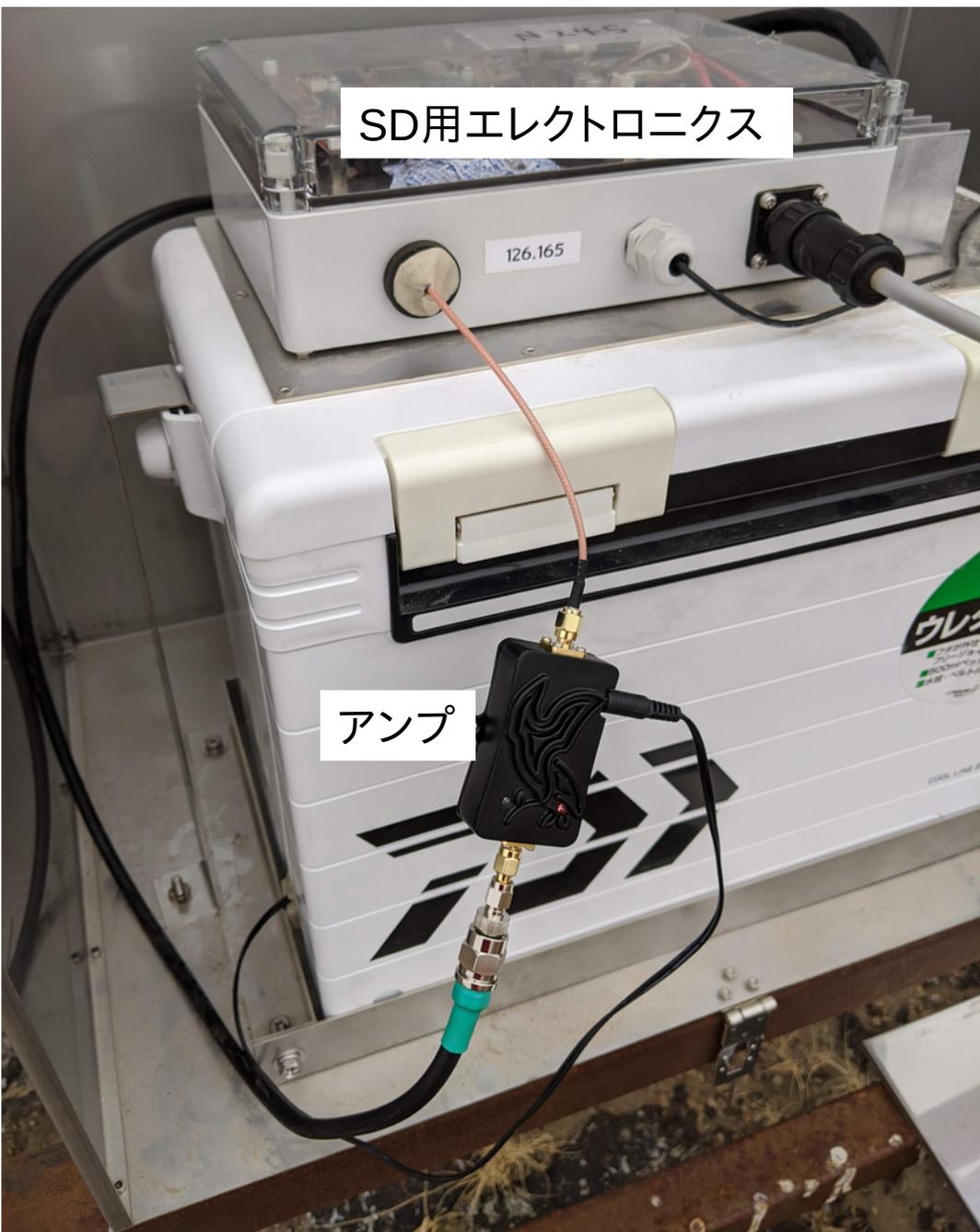
BG3フィルター(市販)



BG3フィルター(FD用)



TAx4実験地表検出器(SD)の 安定稼働のための研究開発 (F07)



- ヘリコプターで設置後、一部SDの光電子増倍管から信号消失
 - ヘリコプターによる設置時の衝撃が原因?
 - 約10台のTAx4実験用のSDと、他TALE, TAの不調SDを含めて合計約20台の回収、修理及び再設置を2月に行う予定

- データ収集のための無線通信が不良/不安定なSDの対策

特に南側のアレイで通信不良のSDが多い原因の調査

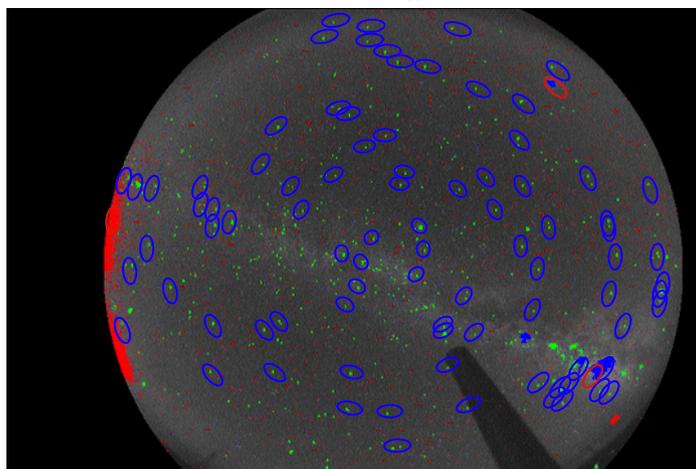
- 無線通信の信号強度強化のためのアンプ(+10 dB)の導入で一部改善。
- アレイの通信周波数の変更 → 効果なし
- 通信不良なSDについては、今後以下を予定
 - 更に強力なアンプ
 - 通信エラーを最小化するようにアンテナ再調整
 - 電波中継器を使って通信エラーの少ない方向を調査

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 (F10)

- ・ FD視野方向の雲の有無を得るには仰角の低い領域の情報が欲しい
- ・ 3.5等級までの星では空に隙間が多く、
仰角の小さい領域で十分な星の数を得られない

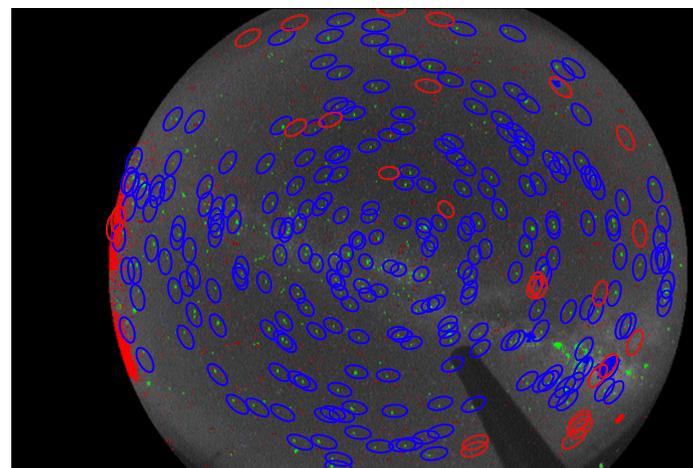
→ 4.5等級までの星を判定に使用できるようにパラメータを調整した

3.5等級



2014/07/25 06:59 @CLF

4.5等級



2014/07/25 06:59 @CLF

<次期目標>

- ・ 雲量データベースの作成と
FDデータ解析への適用

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 (F13)

Fluorescence detector Array of Single-pixel Telescopes

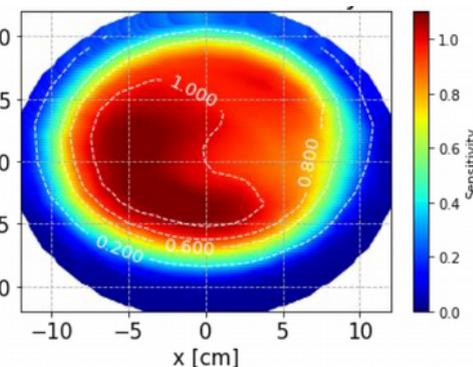
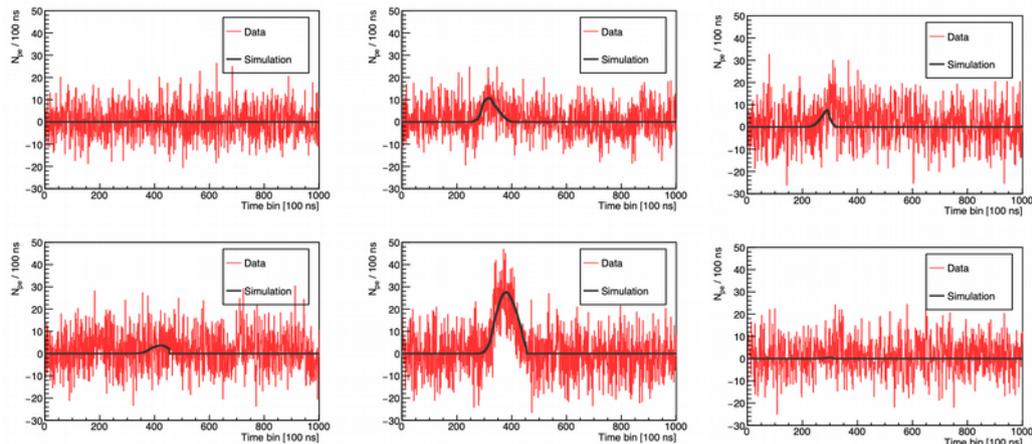
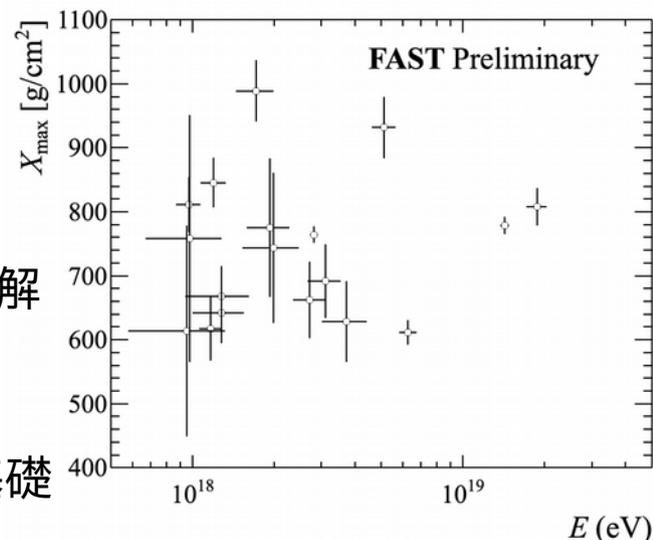
M.Malacari et al. (FAST Collaboration), Astropart.Phys. 119 (2020) 102430



- 900時間の観測 (2020年2月まで) 以後観測休止

- 機械学習を用いた解析手法の開発

- 光電子増倍管の基礎性能評価



感度の非一様性

FAST新型大気蛍光望遠鏡での再構成結果 (Preliminary)

Zenith	Azimuth	Core(X)	Core(Y)	Xmax	Energy
33.9 deg	19.3 deg	4.6 km	-4.7 km	808 g/cm ²	18.8 EeV



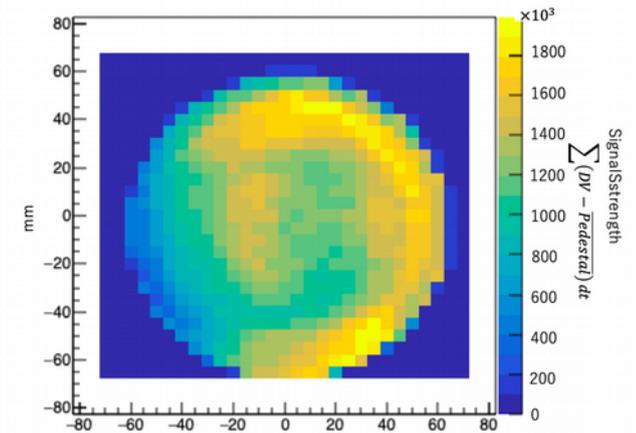
次世代の超高エネルギー宇宙線観測のための フレネルレンズ型大気蛍光望遠鏡の 開発研究 (F14)



TAサイトに設置されたCRAFFT検出器

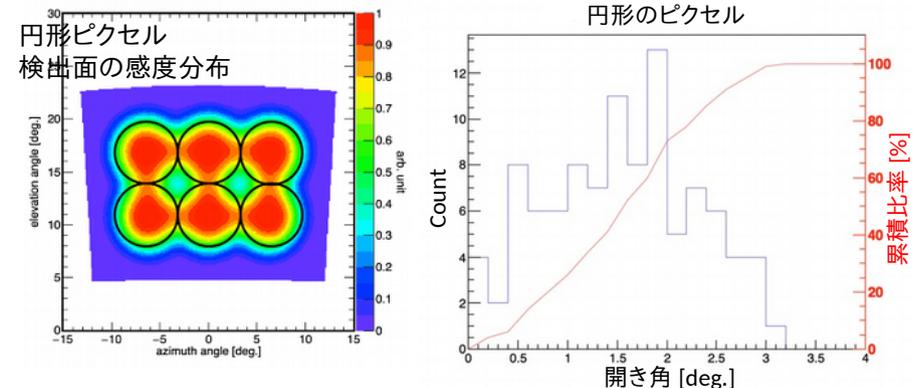
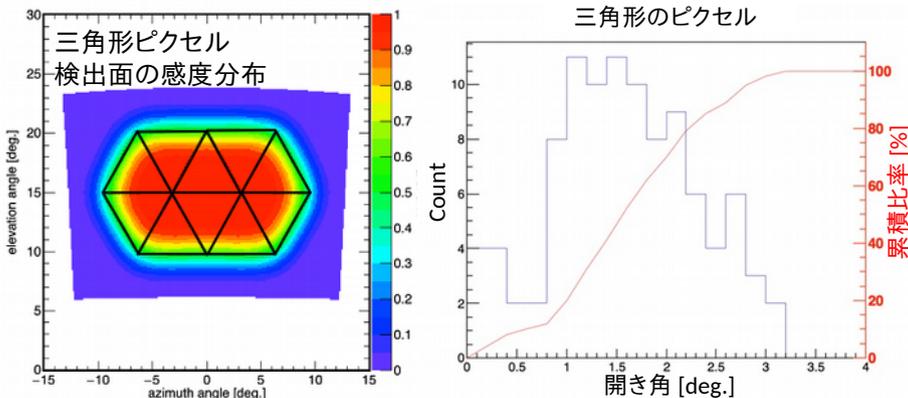
CRAFFT実験

- 次世代の超高エネルギー宇宙線観測装置の開発
- 光電子増倍管感度2次元不均一性の測定
- 受光面の光電子増倍管の配置の再検討
 - 空気シャワー再構成の決定精度の向上を目的に
受光面のピクセルの様々な形状や配置を検討した



測定した光電子増倍管(R877)の感度の2次元不均一性

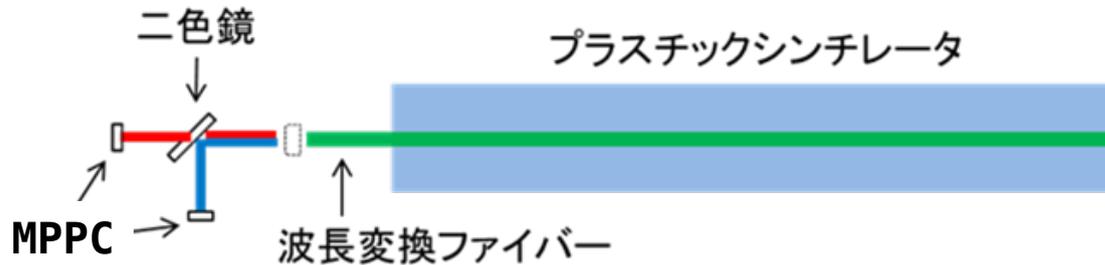
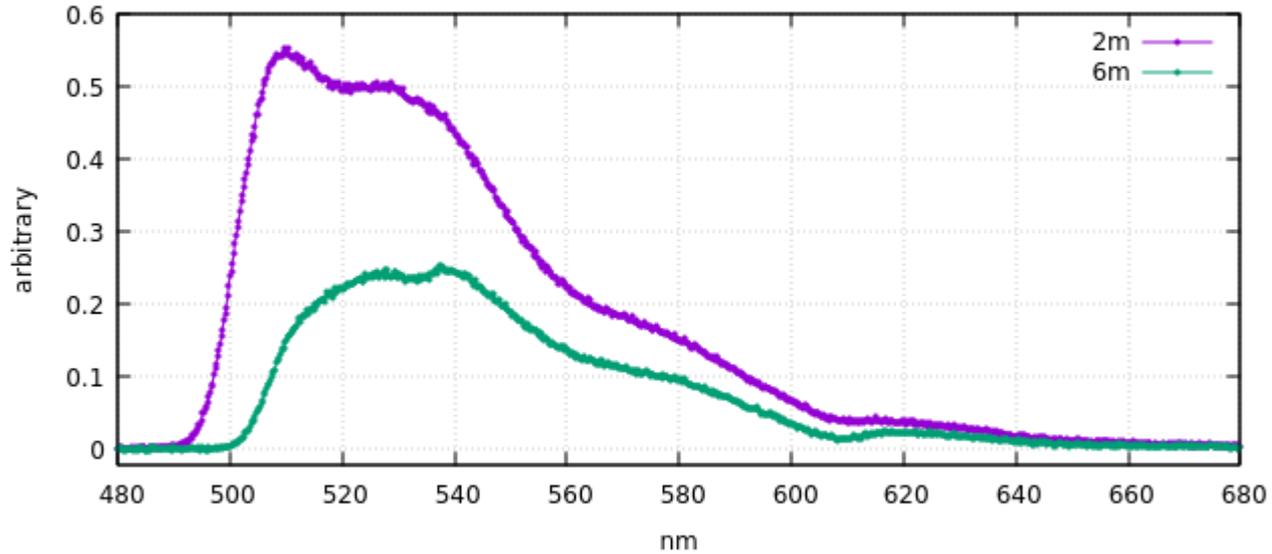
受光面のピクセルの形状や、配置を変えたときの到来方向決定精度



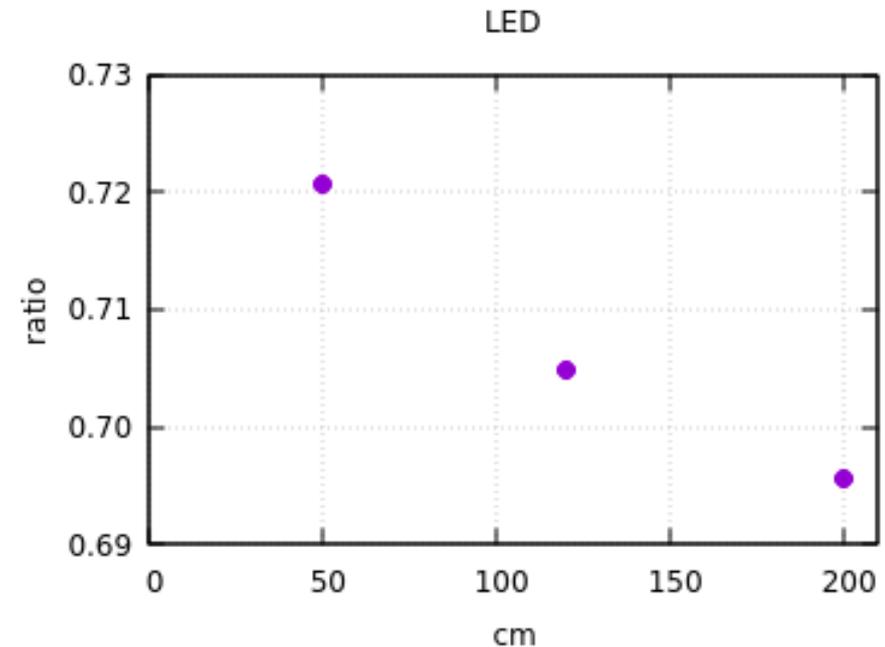
片側読み出しシンチレーション検出器による放射線入射位置測定 (F15)

「研究目的」 シンチレータの片端に受光系をすべて配置する形でシンチレータの奥行き方向の放射線入射位置を測定できる装置の開発及び性能実証試験。

「研究方法」 波長変換ファイバー中の光量減衰が短波長側でより大きくなるという波長依存性を利用する。右上図はLEDを連続的に当てたときにファイバー分光器で取得された波長変換ファイバーの分光特性である。これを元にTAのシンチ&ファイバーに左図の様な二色鏡とMPPCを用いて実験を構成した。



「研究状況」 右下図は20ns幅のパルスLEDを用いた短波長側の平均信号比率である。ファイバー端からの距離に応じて期待される特性を示すが、実際のミュオン信号ではMPPCのノイズとはギリギリ異なると言える信号がやっと見える程度で厳しい状況。ファイバー端と二色鏡をもう少し工夫してみる予定。



共同利用研究課題

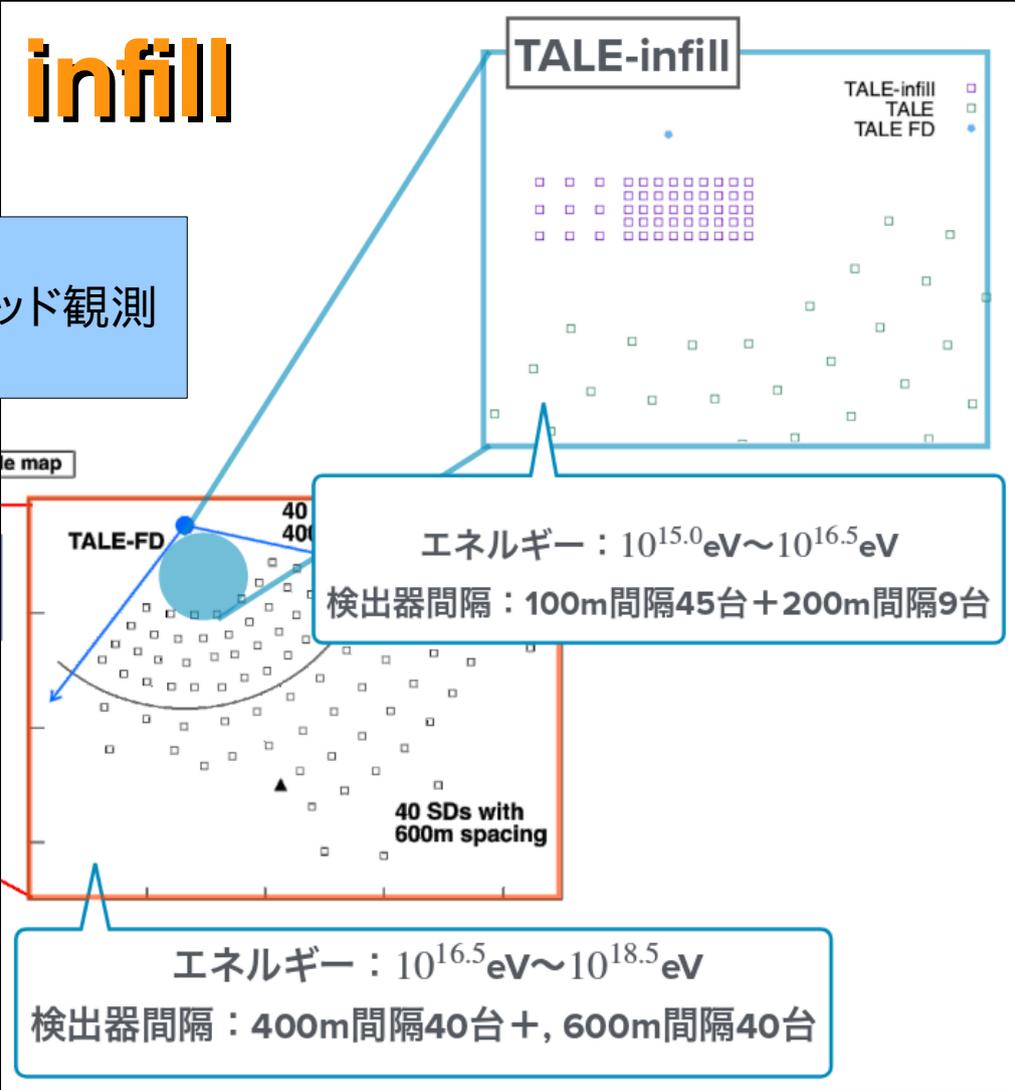
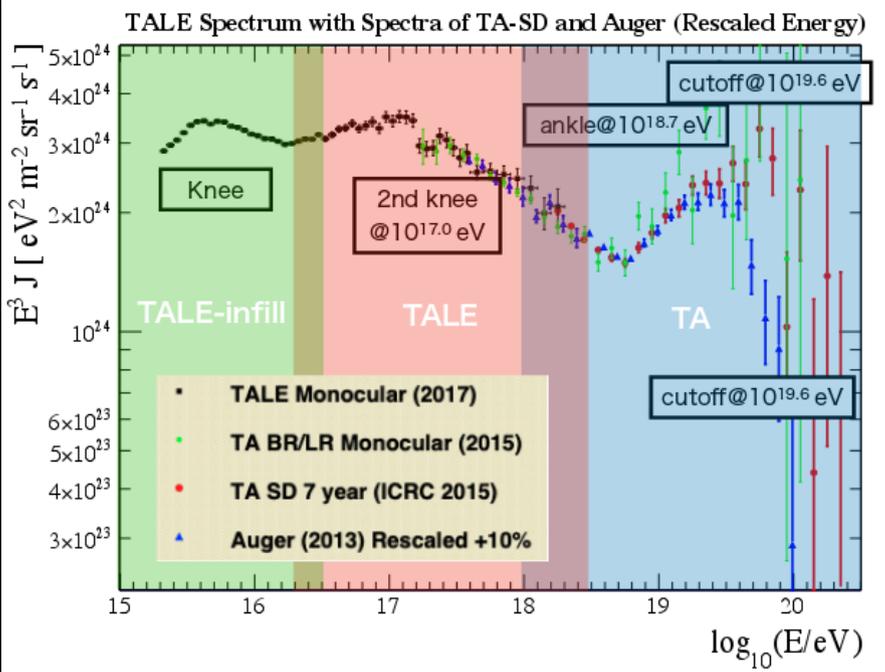
			研究費	旅費	計
F05	佐川宏行	宇宙線望遠鏡による極高エネルギー宇宙線の研究	0	855	855
C01	野中敏幸	TA実験サイトでの超高エネルギー宇宙線観測のための多チャンネル粒子弁別測定システムの開発	240	90	330
F06	有働慈治	TA実験サイトにおける大気透明度測定法の研究・開発	29	285	314
F07	木戸英治	TAx4実験地表検出器の安定稼働のための研究開発	0	0	0
F08	荻尾彰一	TALEハイブリッド実験による10の17乗eV領域宇宙線の研究	0	380	380
F09	富田孝幸	ドローンに搭載された標準光源による大気蛍光望遠鏡の光学系較正の評価	0	238	238
F10	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	143	190	333
F11	竹田成宏	TA-FD観測の完全遠隔制御にかかる観測サイトでの環境整備	96	208	304
F13	藤井俊博	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	0	238	238
F14	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	114	426	540
F15	奥田剛司	片側読み出しシンチレーション検出器による放射線入射位置測定	440	100	540

11件 4,072千円

ご支援ありがとうございます。今後ともよろしくお願いたします。

TALE infill

1つの実験で5桁のエネルギー範囲をカバー
世界初の低エネルギー領域でFDとSDのハイブリッド観測
Xmaxから宇宙線の化学組成の情報を得る



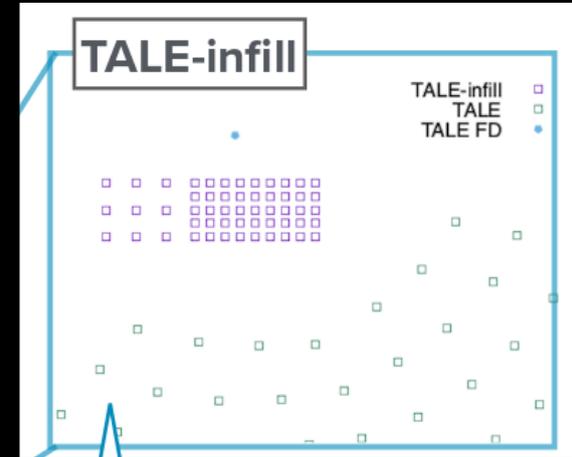
基盤(S) 2019~
「広エネルギー領域の精密測定による超高エネルギー宇宙線の源と伝播の統一的解釈」

2021/10/15 中間評価 A-
「新型コロナウイルス感染症の拡大によって、SD 検出器の製作及び設置を延期せざるを得ない状況となっている」

TALE infill

TALE infillの進行状況

- ステーキング、考古学的・生態学的環境アセスメント調査が完了



Aerial map showing detector locations with labels such as TI9001, TI4901, TI9003, TI4903, TI9005, TI4905, TI9006, TI4906, TI4907, TI4908, TI4909, TI4910, TI4911, TI4912, TI4913, TI4914, TI5006, TI9106, TI5007, TI5008, TI9110, TI5010, TI5011, TI5012, TI5013, TI9114, TI9201, TI5101, TI9203, TI5103, TI9205, TI5105, TI9206, TI5106, TI5107, TI5108, TI5109, TI5111, TI9211, TI5112, TI5113, TI9306, TI5206, TI5207, TI5208, TI5209, TI5210, TI5211, TI5212, TI5213, TI5214, TI9401, TI5301, TI9403, TI5303, TI9405, TI5305, TI9406, TI5306, TI5307, TI5308, TI5309, TI5310, TI5311, TI5312, TI5313, TI5314.

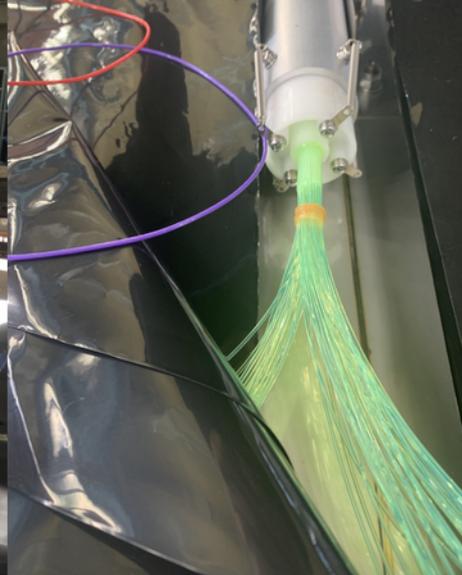
TI5114
Layer: TALE Infill Detectors
Feature ID: 29
Remarks:
Fix Quality: RTK Fix

SD #	TI5114
Stake Photo	
Photo of Middle Drum FD	

TALEinfillの進行状況



日本国内で地表検出器の製作完了@北杜市明野

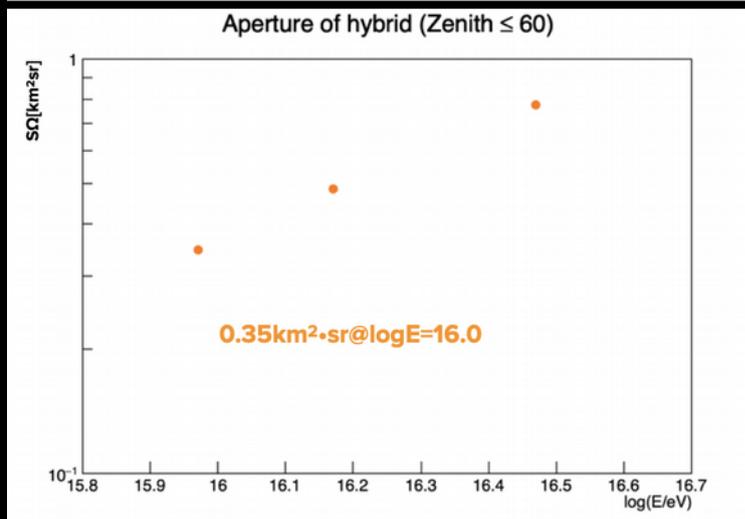
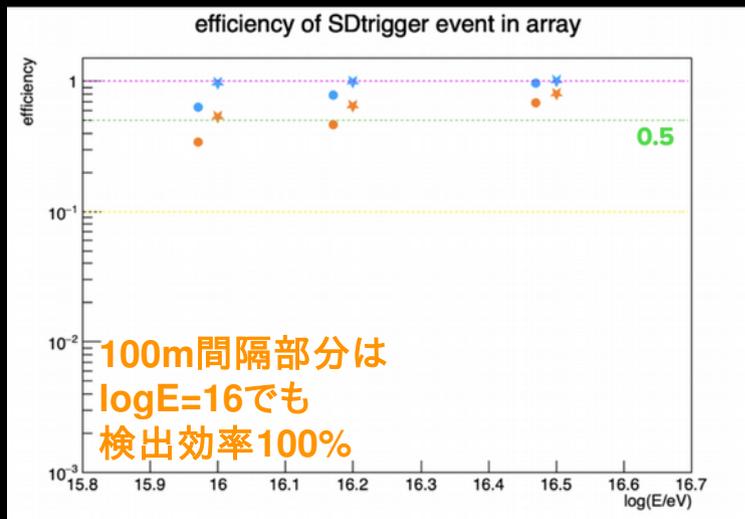


assembly of 50 SDs, 2021/10/17 ~ 11/05

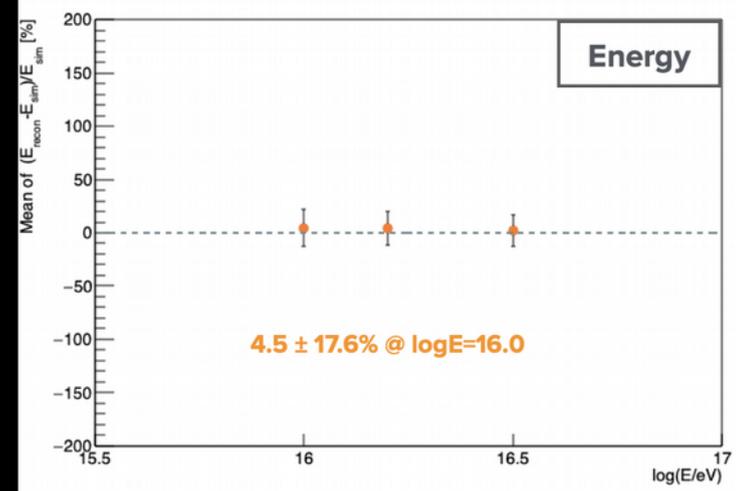
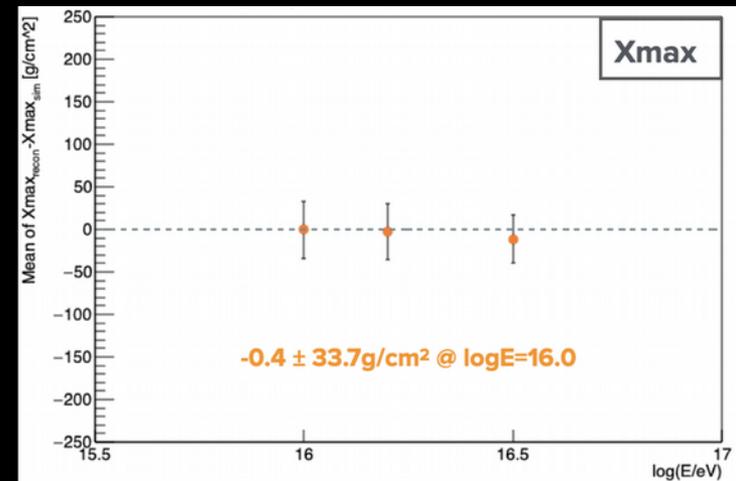
TALE infill

- Simulation study

検出効率、aperture



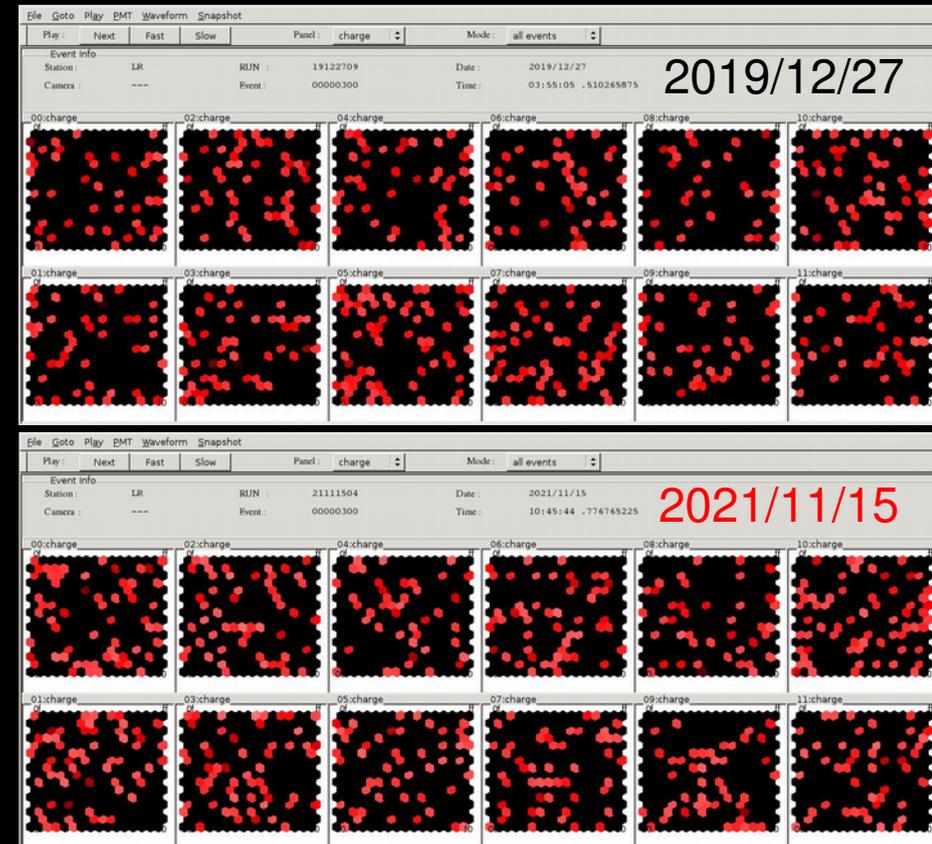
測定精度



toward post COVID19

pedstal check
LR FD

- TALE infill
 - assembled 50 SDs
 - will be shipped, deployed
- Scouting the site
 - 2021/11/08 ~11/25
 - checking of FD (BR,LR) equipments
 - maintainance of some SDs
- SD replacement
 - 2022/01/24 ~ 2/27
 - using helicopter



Summary

- Observation

- TA SD and MD FD observation is continuing
 - BR, LR FD observation continue to be cancelled
- TALE SD and FD observation is continuing
- TAx4 SD and FD start stable operations

- Analysis

- Spectrum
 - New feature in the energy spectrum at $\sim 10^{19.25}$ eV
- Anisotropy
 - Hint of excess in the direction of Perseus Pisces at $\sim 10^{19.4}$ eV
- Composition
 - Break at $10^{17.2}$ eV in elongation rate

- Operation

- TALE infill detectors were assembled, will be shipped
- BR, LR FD were inspected for observation after COVID-19
- SD replacement will be performed

