

JEM-EUSO

理研 川崎賀也

JEM-EUSOについて
共同利用研究

現在のJEM-EUSO WG メンバー

5カ国、29研究機関、63研究者



•Japan

戒崎俊一、上原嘉宏、大森整、川井和彦、川崎賀也、佐藤光輝、滝澤慶之(理化学研究所)
井上覚太、梶野文義、坂田通徳、佐々木彰彦、沢辺俊之、山本嘉昭(甲南大学)
永野元彦(福井工業大学)、柴田徹、榊直人(青山学院大学)、
井上直也、長谷川真也、宮澤克英、和田吉満(埼玉大学)
内堀幸夫(放射線医学研究所)、池田博一(宇宙航空研究開発機構)
野本憲一(東京大学)、高橋幸弘(東北大学)、竹田成宏(東京大学宇宙線研究所)
清水裕彦、新井康夫、栗原良将、藤本順平(高エネルギー加速器研究機構)
水本好彦、井上進、浅野勝晃、杉山直(国立天文台)、吉田滋(千葉大学)
村上敏夫、米徳大輔(金沢大学)、伊藤好孝(名古屋大学太陽地球環境研究所)
長滝重博(京都大学基礎物理学研究所)、齊藤昭則(京都大学大学院理学研究科)
永田真(神戸大学)、田島俊樹(日本原子力開発機構)



•USA

James H. Adams, Sonny Mitchell, Mark J. Christl, John Watts, Jr., A. English (MSFC, NASA)
Yoshiyuki Takahashi, Ken Pitalo, James Hadaway, Joe Geary, , P. Readon (University of Alabama, Huntsville)
Hank Crawford, Carl Pennypacker (LBL, University of California, Berkeley)
Katsushi Arisaka, David Cline (UCLA), T. Weiler, S. Czorna (Vanderbilt Univ.)



•France

Philippe Gorodetzky, Pierre Salin (CNRS at College de France)
Jean Dolbeau (College de France)、Thomas Patzark (Universeity of Paris)



•Switzerland

Alain Maurissen (Neuchatel, Switzerland)



•Italy

Mario E. Bertaina (Univ. of Turin, Italy; and RIKEN)

EUSOが目指すサイエンス

荷電粒子天文学の開始

基礎物理学と高エネルギー宇宙物理学

GZKカットオフ($E \sim 5 \times 10^{19}$ eV) 付近の極限エネルギー宇宙線の組成(核子、原子核、ガンマ線、ニュートリノなど)の観測による

- 極限エネルギー宇宙線の起源
- 極限エネルギー宇宙線の伝播と空間の物理学
- 極限エネルギー状態(宇宙創生期)での素粒子物理学
- 極限エネルギー粒子天文学
- 超高エネルギー宇宙ニュートリノ物理学
- 相対性原理(ローレンツ不変性)($\gamma \sim 10^{11}$)の検証

大気現象の科学

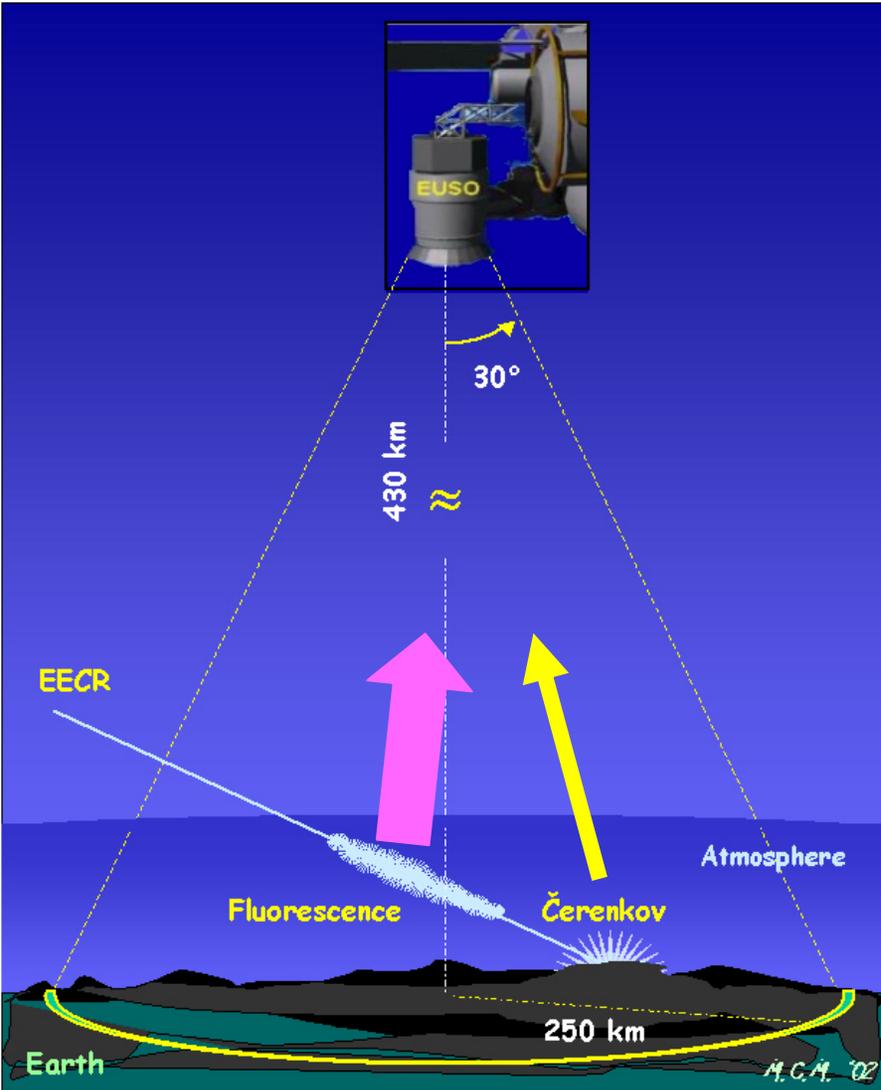
- 雲、雷などの観測による気象学
- 流星、隕石ほかの大気発光現象の観測 等々

EUSOの観測方法

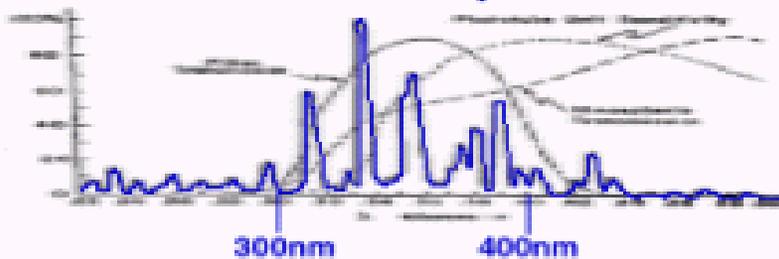
宇宙線が大気中に飛び込んで来て、空気シャワーをつくり、シャワー中の電子が窒素や窒素イオンを励起して蛍光を発する。

この蛍光を口径2.5mの望遠鏡で観測する。

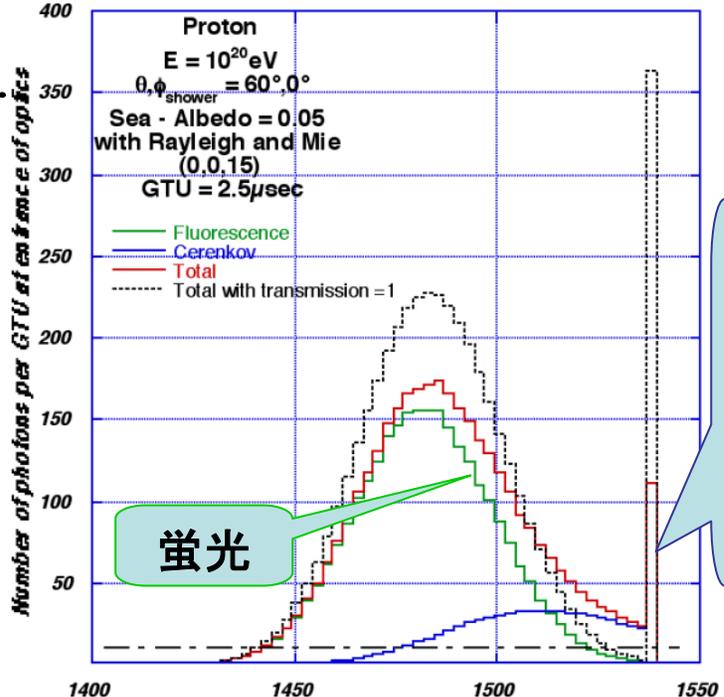
空気シャワーにそって発せられたチェレンコフ光の地上や海上での反射光を観測する。



Fluorescence Spectrum



光学系入口での光子数 (/2.5μsec)



時間 (μsec) time (μsec)

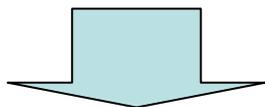
EUSO から JEM-EUSO へ

EUSO計画

- ・ 欧州： Phase-A研究終了
 - 2005年7月
- ・ 日本： 理研資金で準備研究
 - 2004-2005
- ・ 米国： ミッション終了まで\$36M

共同研究国（9カ国）

Italy, France, Switzerland
Germany, Portugal, Spain
Japan
USA
Brazil



2005年10月ESTEC会議

国際宇宙ステーション、輸送機、欧州における予算などの急激な状況変化により計画を変更

- ・ **日本＋米国**： **日本実験棟船外実験プラットフォーム（JEM/EF）**
＋ H2B輸送機（HTV）を利用する
JEM-EUSO計画を推進する。

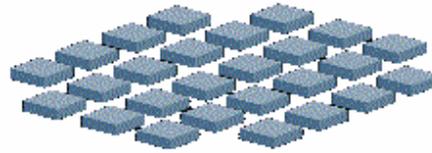
EUSOからJEM-EUSOへ

- EUSO→JEM/EUSO
 - EUSOを継承
 - JEM船外観測パレット第2期利用(2013年打ち上げ)
- 多くの点で高度化
 - 検出器の高感度化
 - トリガアルゴリズムの高度化 (高いデータ転送と電力消費)
 - よりよい光学材料
 - チルトモード
- 予定スケジュール
 - 2006 Phase-A (JEM-EUSO WG)
 - 2007-2008 Phase-A, B
 - 2009-2012 Phase-C,D
 - 2013 Launch

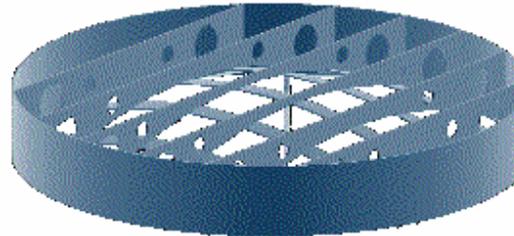
JEM-EUSOの特徴

- 巨大な監視領域: $6 \times 10^5 \text{ km}^2\text{sr}$ (+ x5 more) for EECR($>10^{20}\text{eV}$)
 - 1000 events/year (super GZK case)
 - 100 events/year (GZK case)
 - 極限エネルギー荷電粒子天文学
- 観測効率: 20%
- エネルギー閾値: $5 \times 10^{19}\text{eV}$
- 全天に偏らない露出
- ニュートリノに対する有効ターゲット質量: 1 Pton
 - 極限エネルギーニュートリノ天体物理学
 - たくさんの新規物理
- 大気発光現象
 - 雷、夜光、流星、上向き空気シャワー (τ -neutrino & Blue-jets)

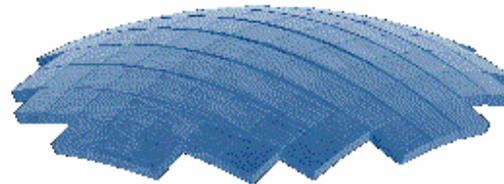
JEM-EUSO Telescope Structure



Electronics : JAXA + Konan



Structure : Riken + ...



Focal Surface : Riken



Optics : USA + Riken



Simulation : Saitama U.



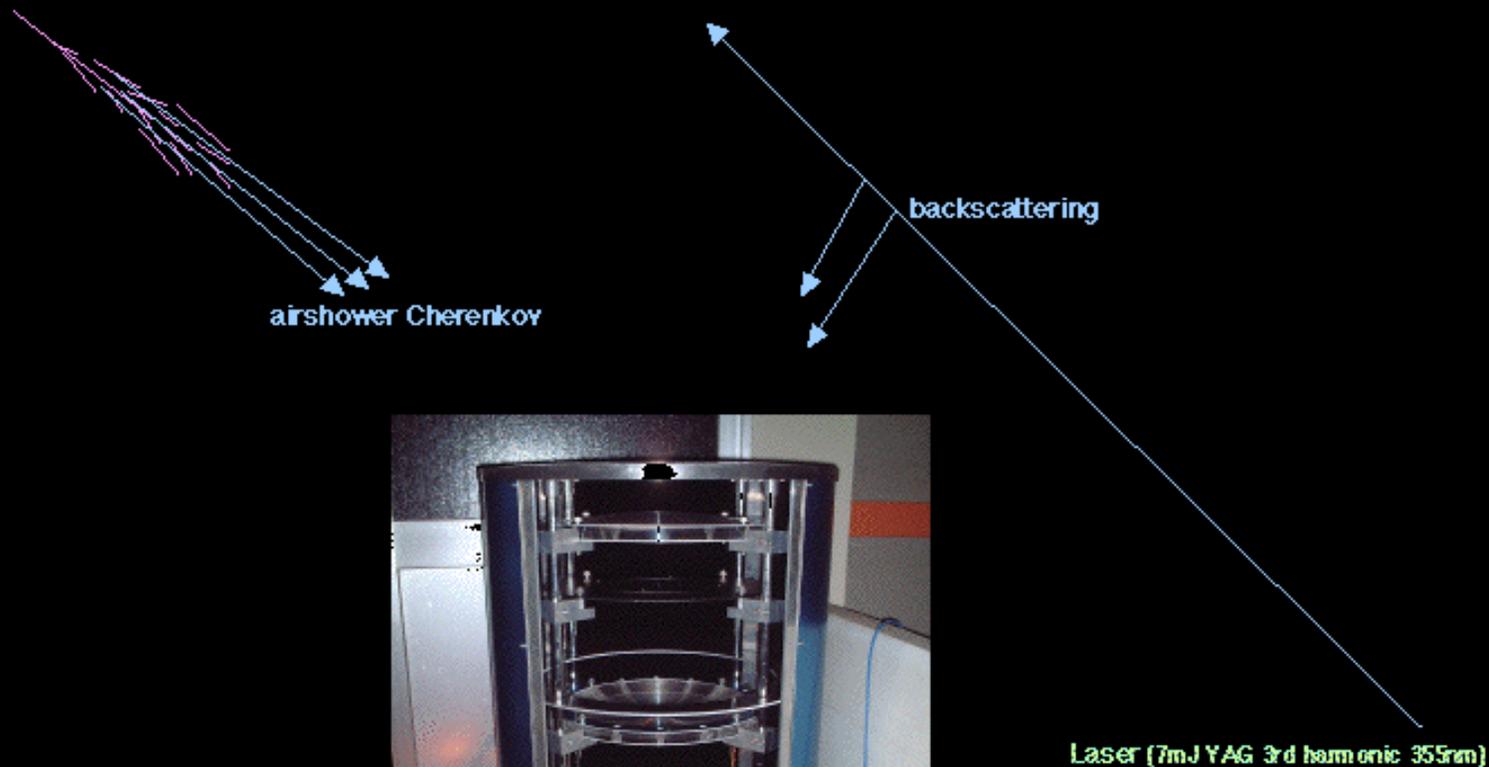
Calibration : Aoyama U.

共同利用研究

超広角屈折光学系を用いた 高エネルギー宇宙線観測試験

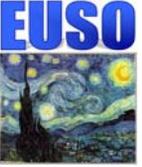
- 明野観測所での野外観測試験
- 光学系、検出器系の統合試験
- 観測対象
 - －紫外線レーザー
(擬似空気シャワー大気蛍光)
 - －空気シャワーチェレンコフ光
 - －超高層雷放電

cEUSO at Akeno Cosmic Ray Observatory



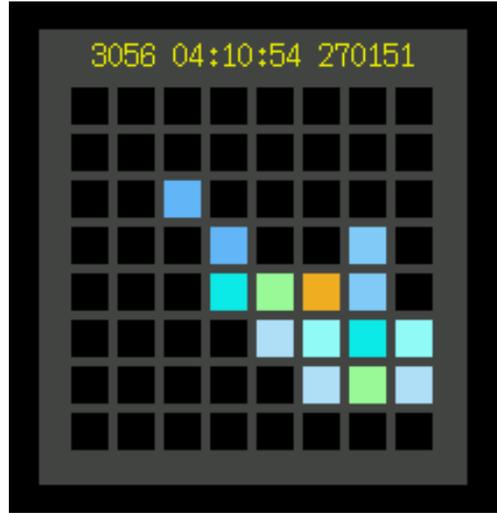
1km² array

AGASA

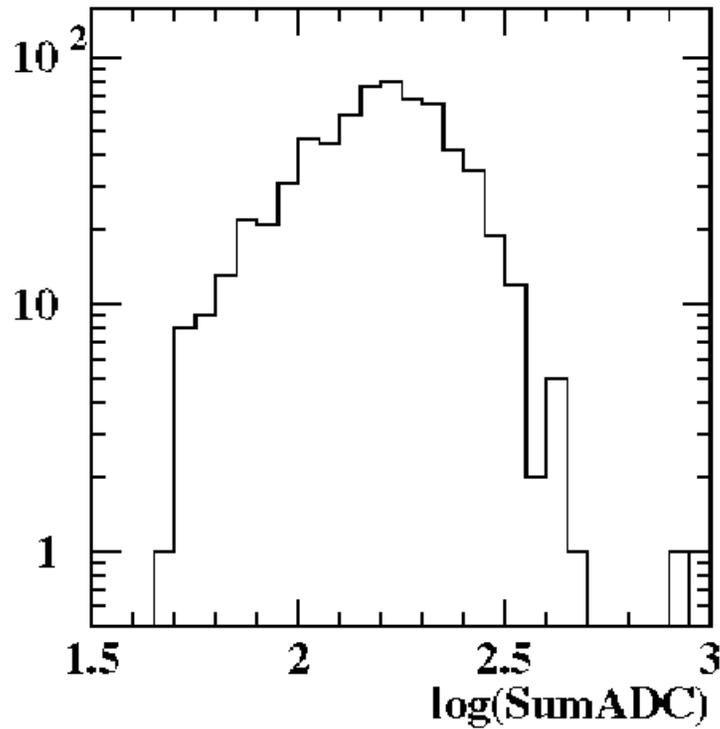


Observation at AKENO Observatory

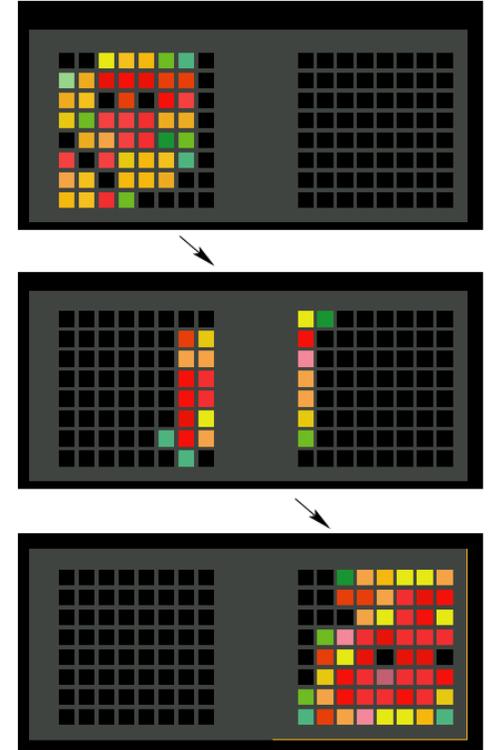
Cherenkov Image



Event Spectrum (uncalibrated)



Laser Swing over Field of



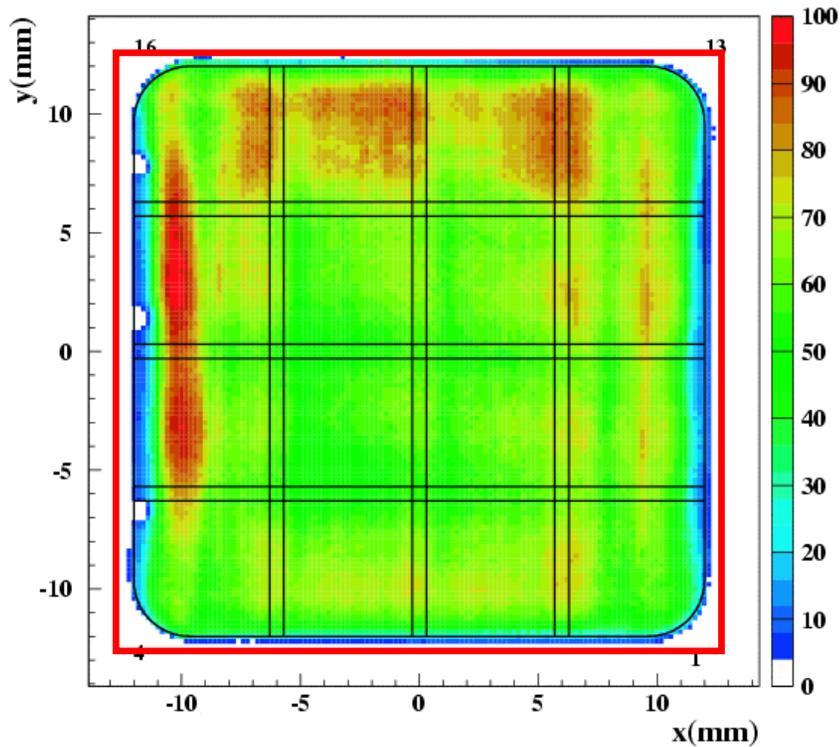
Reported on ICRC 2001(Hamburg)

All-sky Cherenkov Observatory

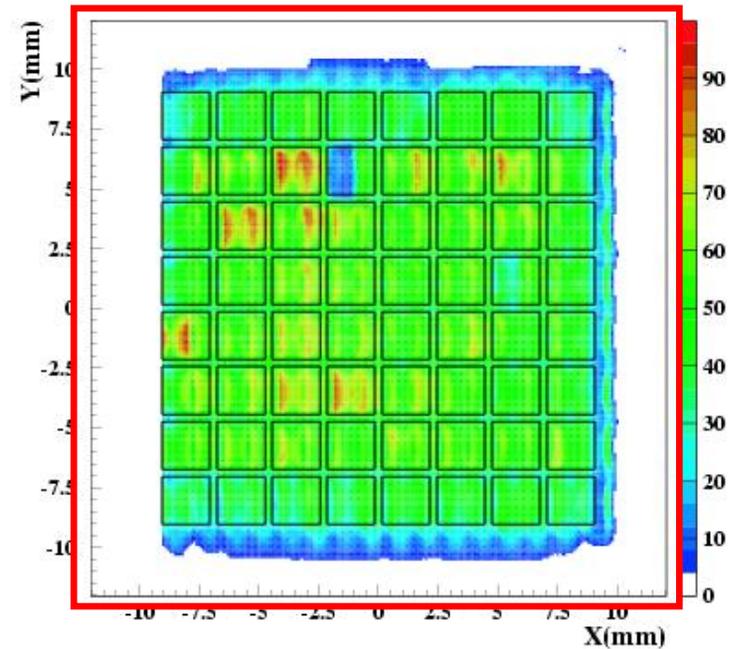
感度分布(全体)

有効領域 85%

50%



R8900-M16



R7600-M64



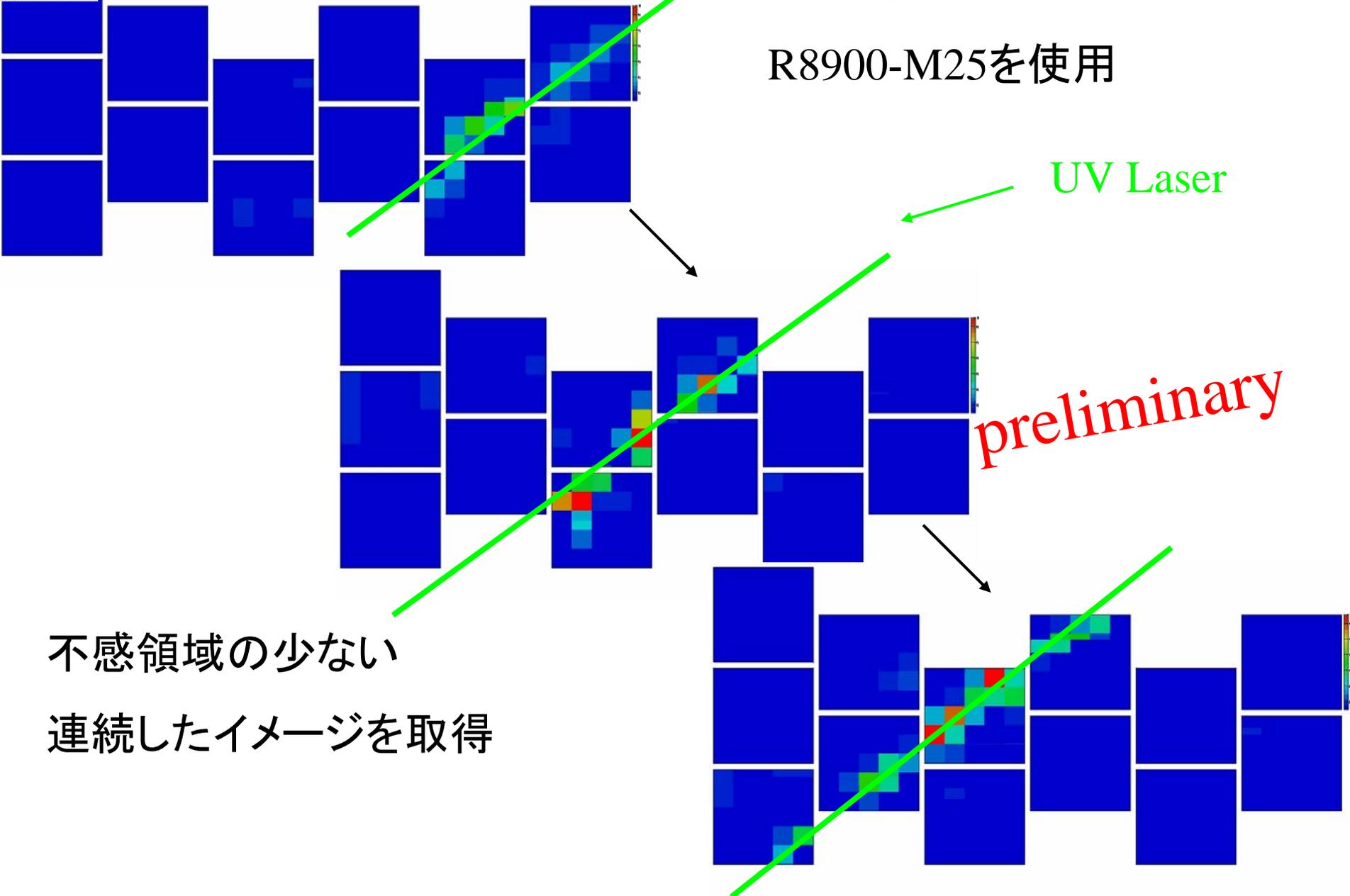
Laser Swing over the Field of View

R8900-M25を使用

UV Laser

preliminary

不感領域の少ない
連続したイメージを取得



PDM開発の経緯

PDM開発 (2004年度)

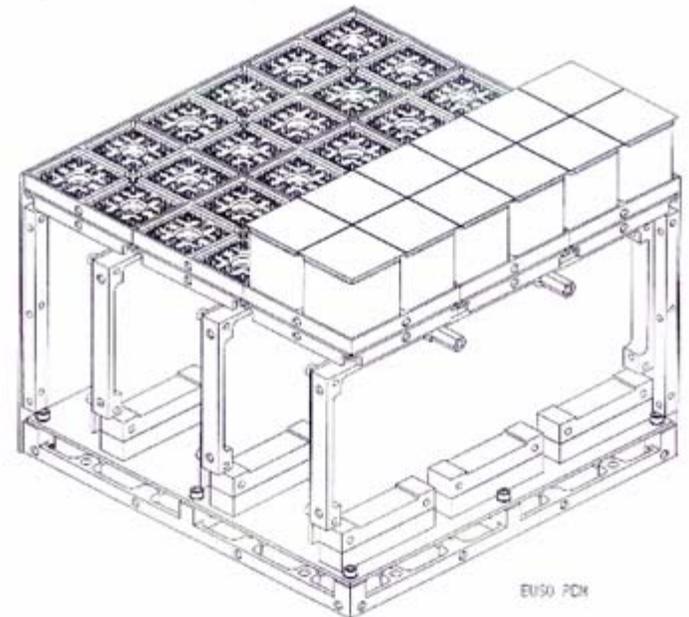
(EUSO-J Phase-B)

振動試験 (2005年6月)

- 20Grmsの振動に耐える

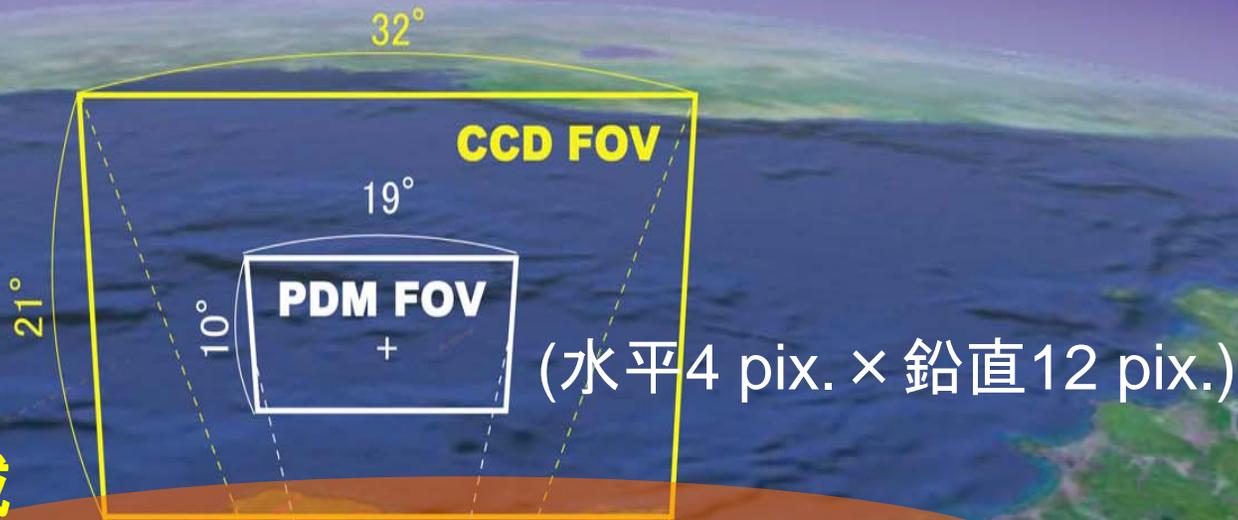
動作実証試験 (2005年11月～)

- PDMによる雷観測
- 1ECによる雷光 photon counting



観測概要

冬季雷多発域



(水平4 pix. × 鉛直12 pix.)



堂平天文台

35.744,139.11



Sprite Event

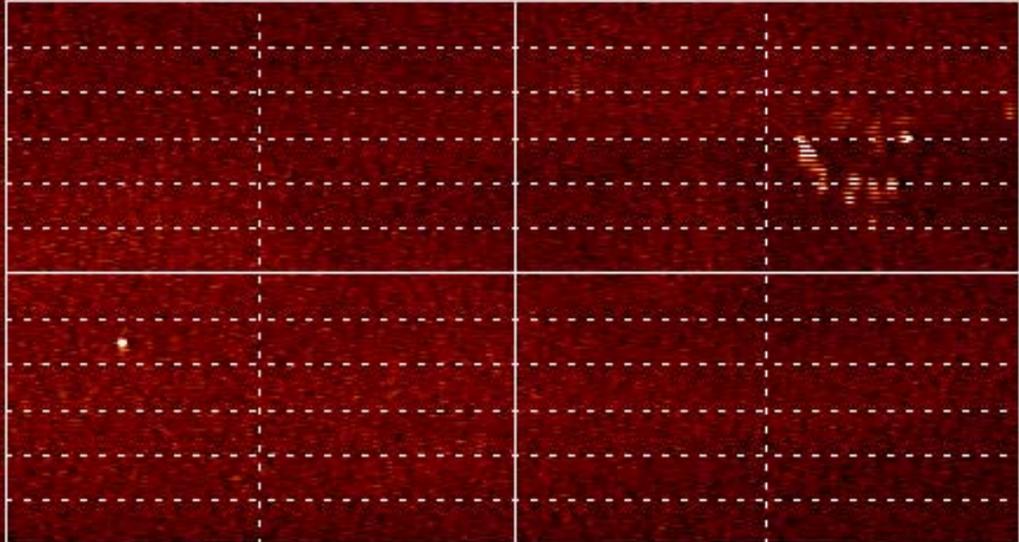


2006-03-03 02:07:43.90

CCD_sprite_movie.m1v

Sprite Event (2006/03/03 02:07:42.53 JST)

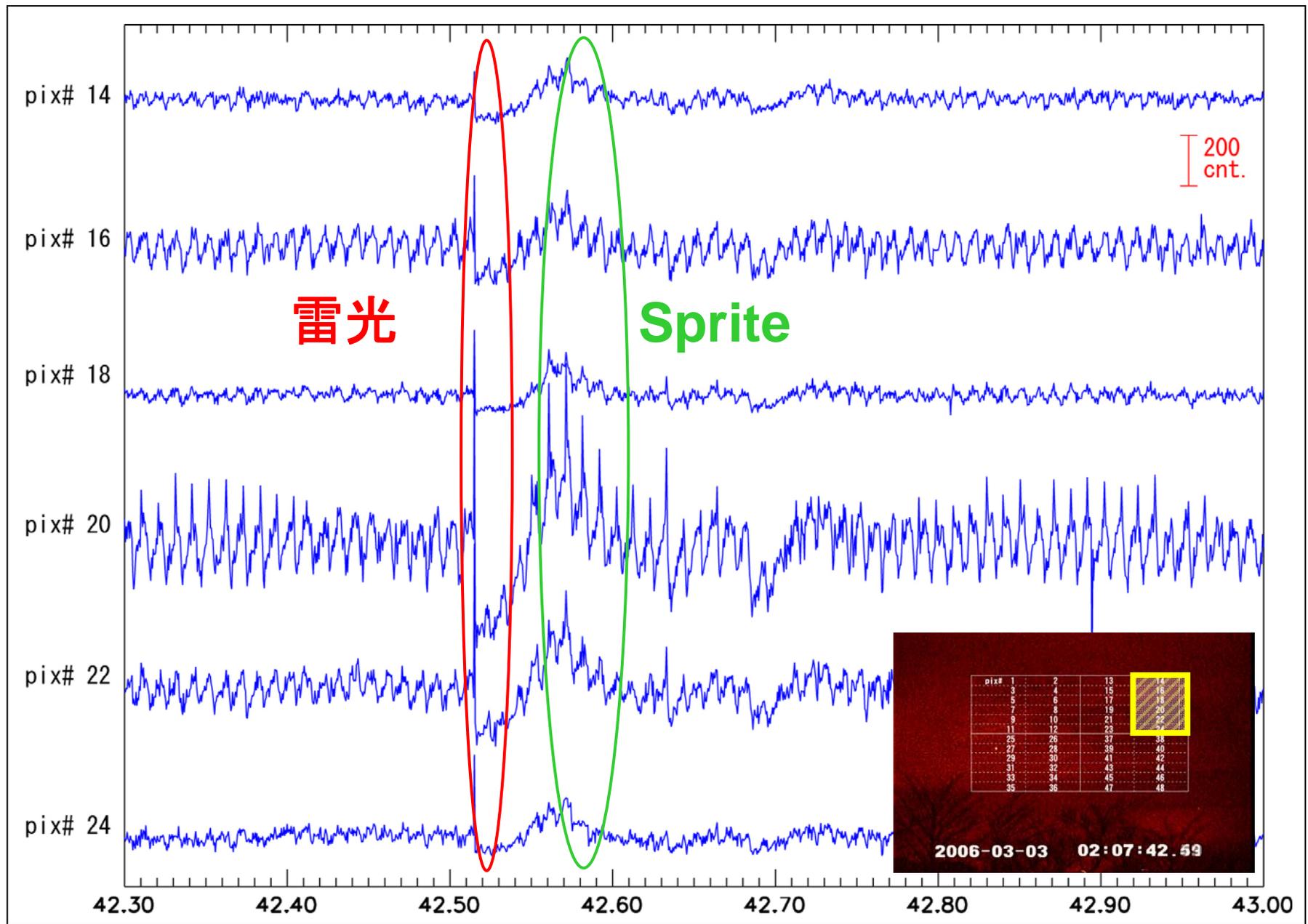
02:07:42.56



2006-03-03

02:07:42.56

PDM Data



明野観測所から日本海を臨む



今後の予定

- 超高層雷放電の観測を継続
- JEM-EUSO 開発
 - FEE、光学系との統合試験
 - 野外試験、紫外線レーザー観測