



# カンガルー7m望遠鏡による南天 ガンマ線天体の観測

---

東京大学宇宙線研究所  
森 正樹

ICRR共同利用研究発表会 16 Dec 1999

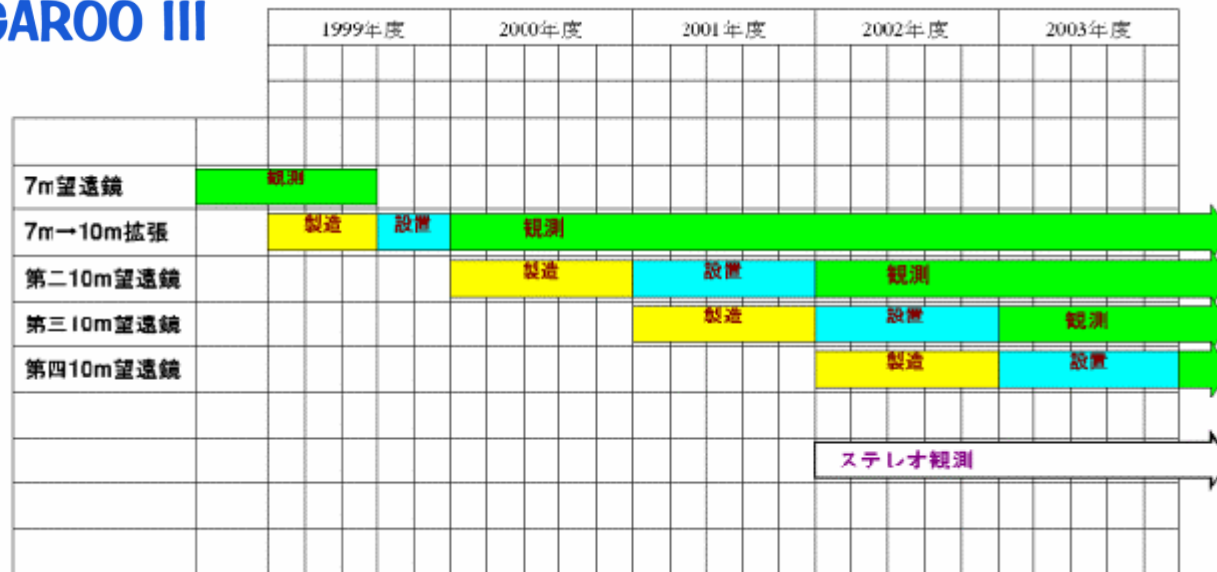


# カンガルー関連共同利用研究

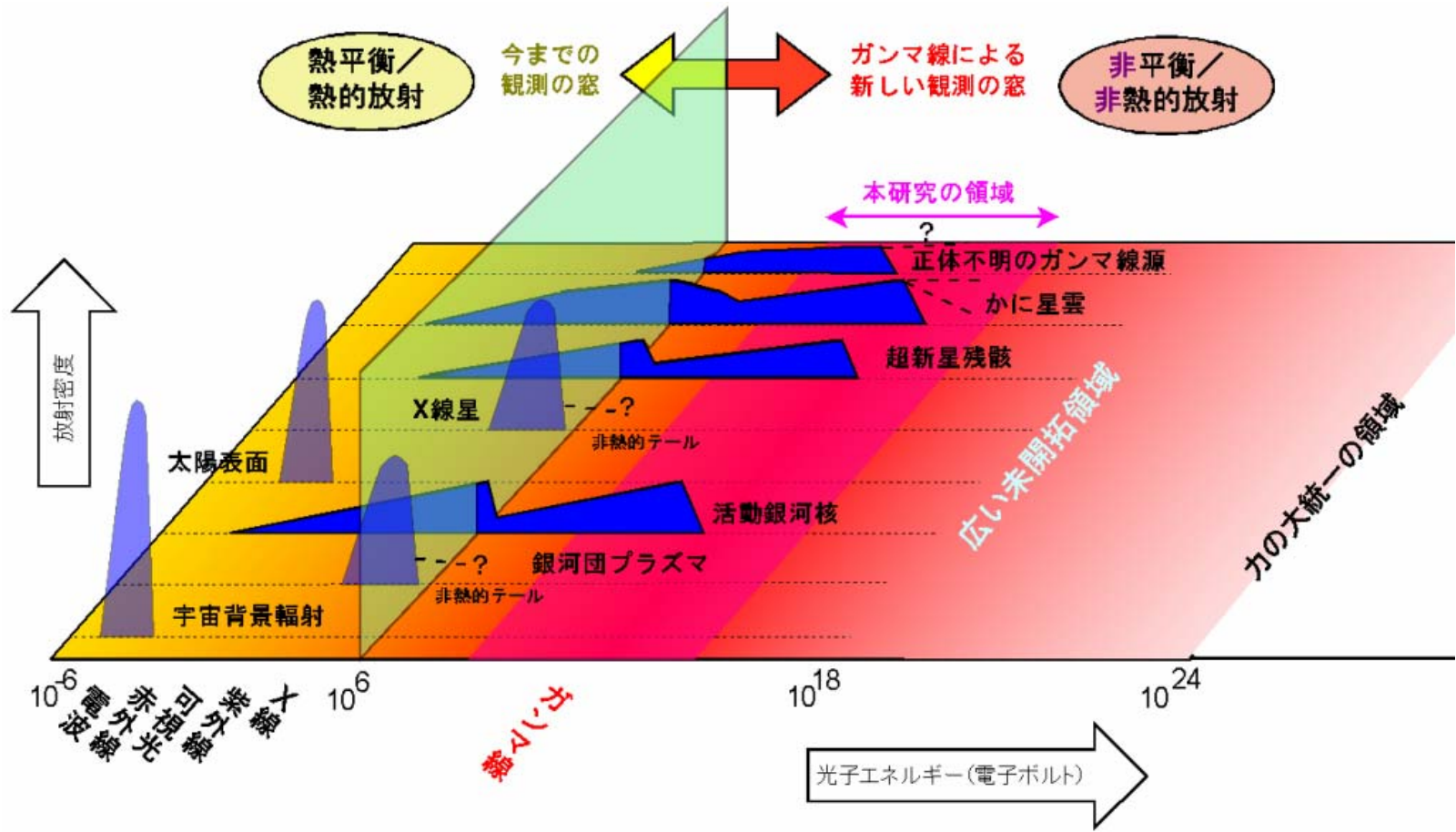
- 森正樹 「カンガルー7m望遠鏡による南天ガンマ線天体の観測」
- 谷森達・東京工業大学理学部  
「7mチェレンコフ望遠鏡による銀河内ガンマ線天体のスペクトル観測」
- 松原豊・名古屋大学STE研  
「CCDカメラによる7mガンマ線望遠鏡の較正」
- 西嶋恭司・東海大学理学部  
「7mチェレンコフガンマ線望遠鏡による活動銀河角の探索」
- 郡司修一・山形大学理学部  
「広視野高エネルギーガンマ線望遠鏡の基礎研究」
- 吉田龍生・茨城大学理学部  
「超新星残骸からの超高エネルギーガンマ線観測の理論的解釈」
- 原忠生・山梨学院大学経営情報学部  
「パルサー星雲からの超高エネルギーガンマ線放射の理論的解釈」
- 内藤統也・国立天文台(現:山梨学院大学経営情報学部)  
「銀河面からの超高エネルギーガンマ線の探索」

# 科学研究費COE形成基礎研究費

- 「超高エネルギー断面で見た宇宙」 代表: 木舟正



# ガンマ線：天体観測のフロンティア



# ガンマ線天体：非熱的放射

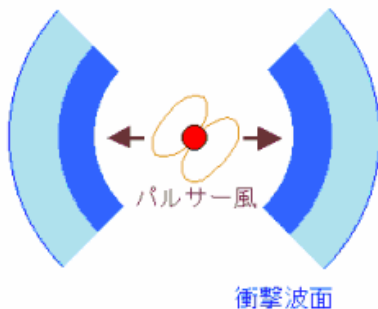
宇宙の激変現象 — 爆発・衝突・光速ジェット — の  
集団運動が解放する非熱的エネルギー

— その変換過程のダイナミクスを解明する —

超新星など  
爆発する火の玉

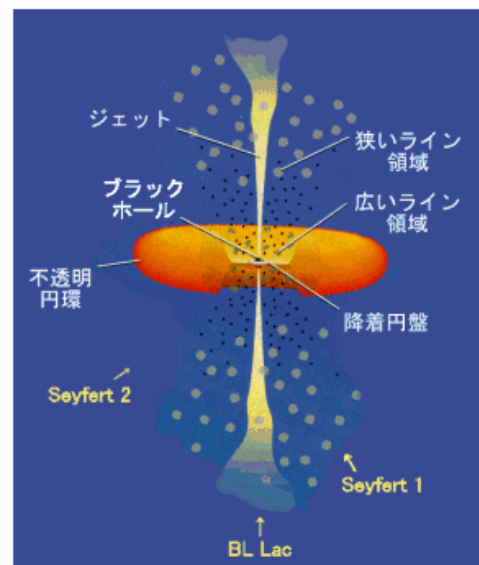


パルサー風



星間物質

活動銀河ジェット



# TeVガンマ線天体カタログ1999

分類	天体名	グループ	備考
Grade A ( $>5\sigma$ , multiple)	Crab	多数	Plerion
	PSR1706-44	CANGAROO, Durham	Plerion
	Mrk421	多数	AGN (BL Lac)
	Mrk501	多数	AGN (BL Lac)
Grade B ( $>5\sigma$ )	SN1006	CANGAROO	SNR
	Vela	CANGAROO	Plerion
	RXJ1713.7-3946*	CANGAROO	SNR
	PKS2155-304*	Durham	AGN (BL Lac)
	1ES1959+650*	Utah7TA	AGN (BL Lac)
Grade C (strong but with some qualifications )	Cas A*	HEGRA CT	SNR
	Cen X-3	Durham	X-ray binary
	1ES2344+514	Whipple	AGN (BL Lac)
	3C66A*	Crimea	AGN

(T.C. Weekes, Snowbird WS, 1999)

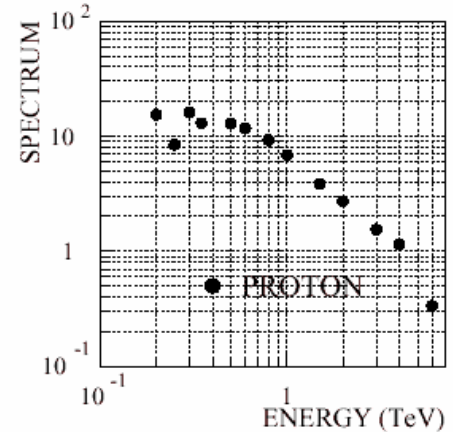
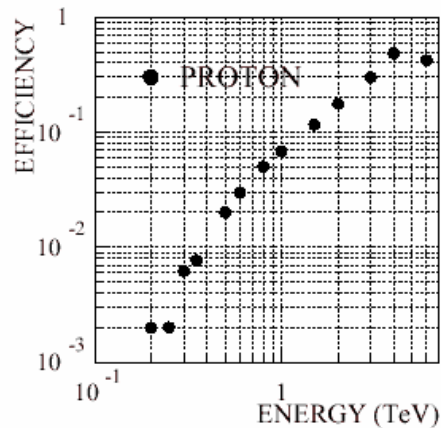
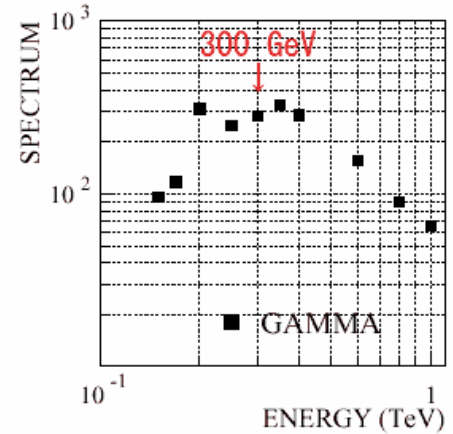
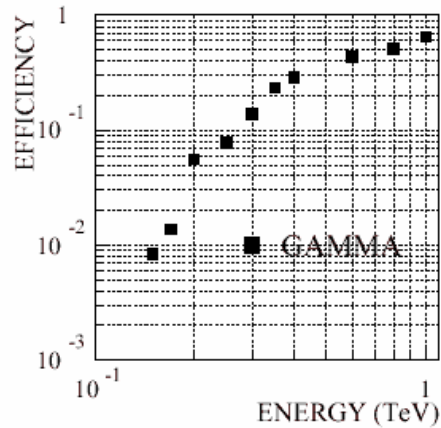
# CANGAROO 7m 望遠鏡

- Woomera, South Australia ( $31^{\circ}$  S)
- 8m focal length
- 512 pixel camera ( $3^{\circ}$  FOV)



# Energy threshold

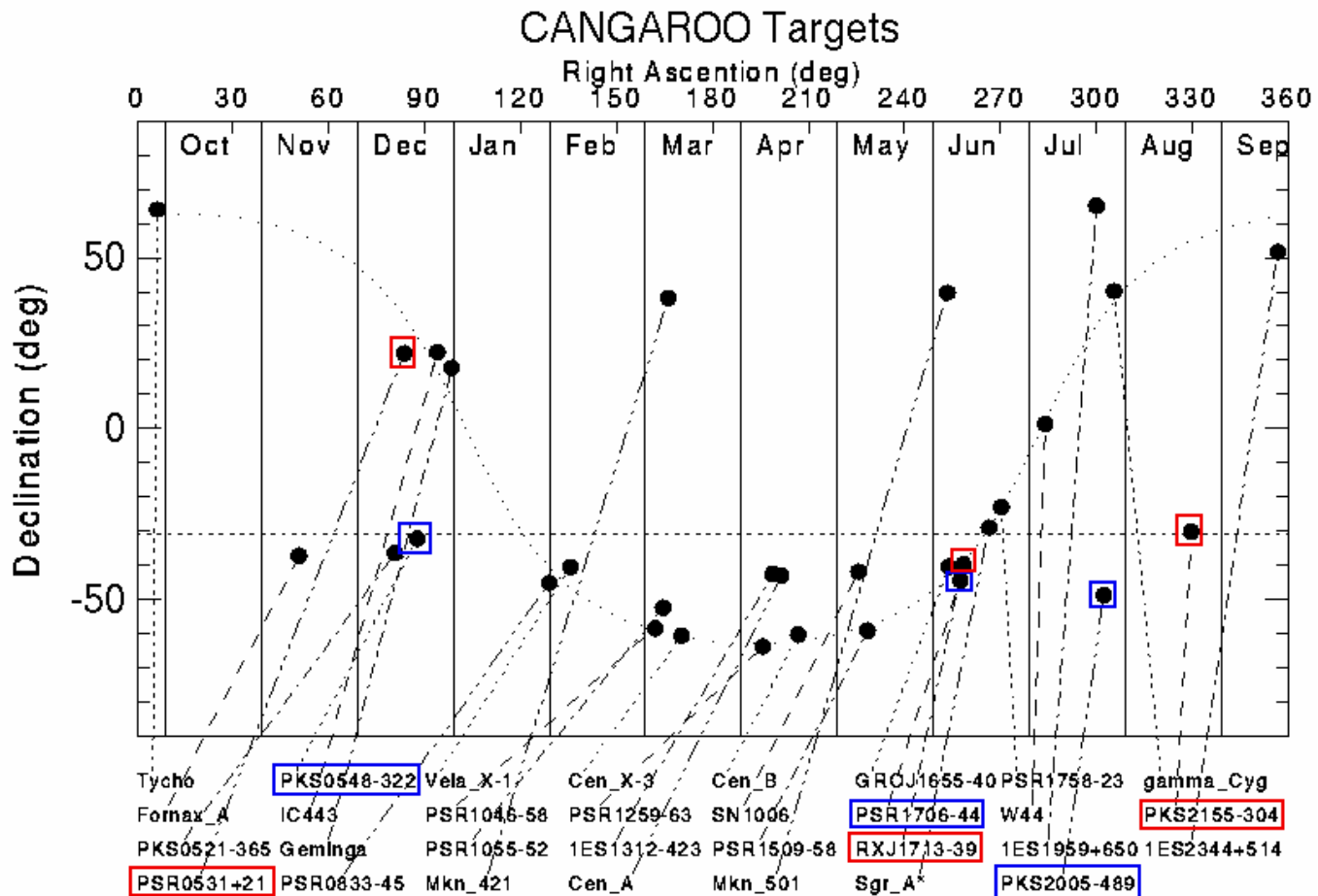
- $\sim 300$  GeV  
for  $\gamma$ 's



(simulation  
)



# 観測ターゲット



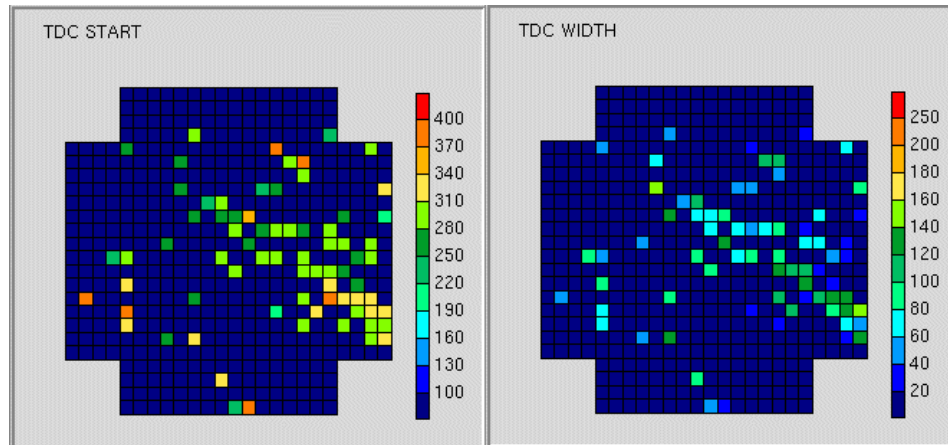


# 1999年度の観測実績(主なもの)

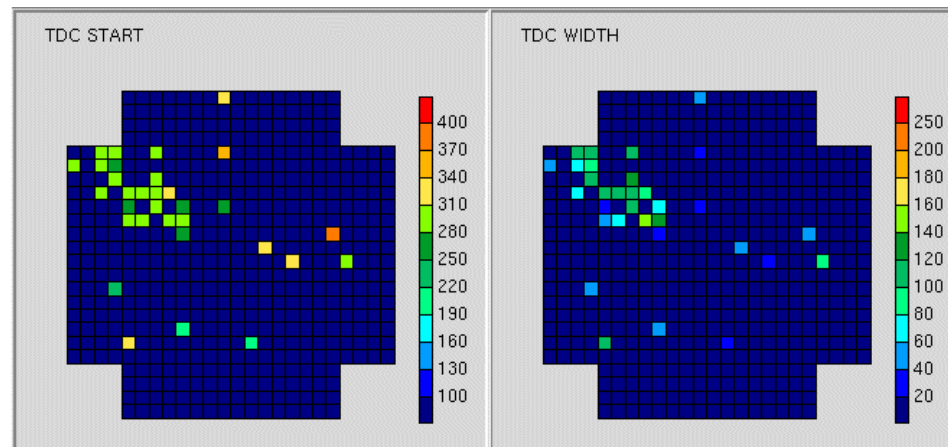
月	天体	観測時間	種別
June	PSR1706-44	(29h ON)	パルサー星雲
July	RXJ1713-39	(23h ON)	超新星残骸
Aug	PKS2005-489	(26h ON)	活動銀河核
Sep	PKS2155-304	(33h ON)	活動銀河核
Oct	PKS2155-304	(25h ON)	活動銀河核
Nov	PKS0548-322	(13h ON)	活動銀河核
Dec	Crab	(on-going)	パルサー星雲

# Event samples (1)

- Hadron-like event



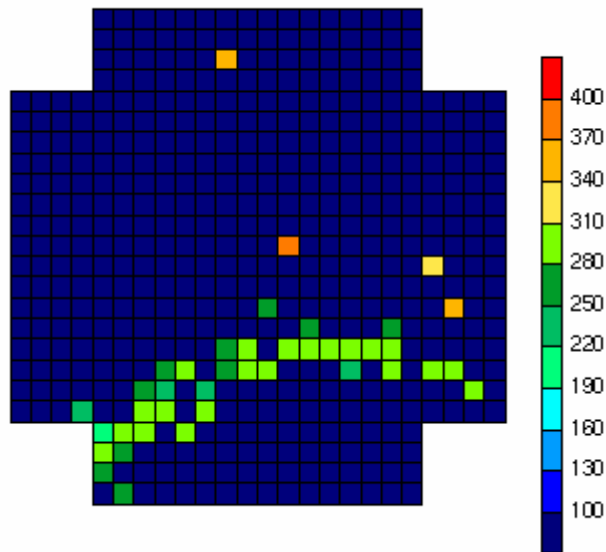
- Gamma-like event



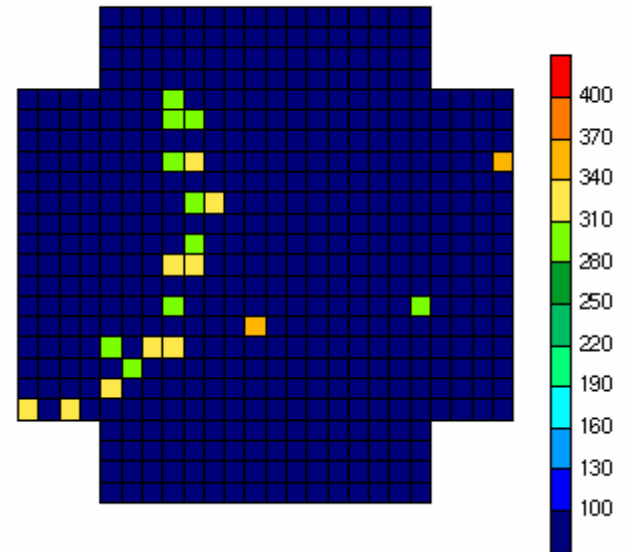
# Event samples (2)

- Muon rings are useful for calibration...

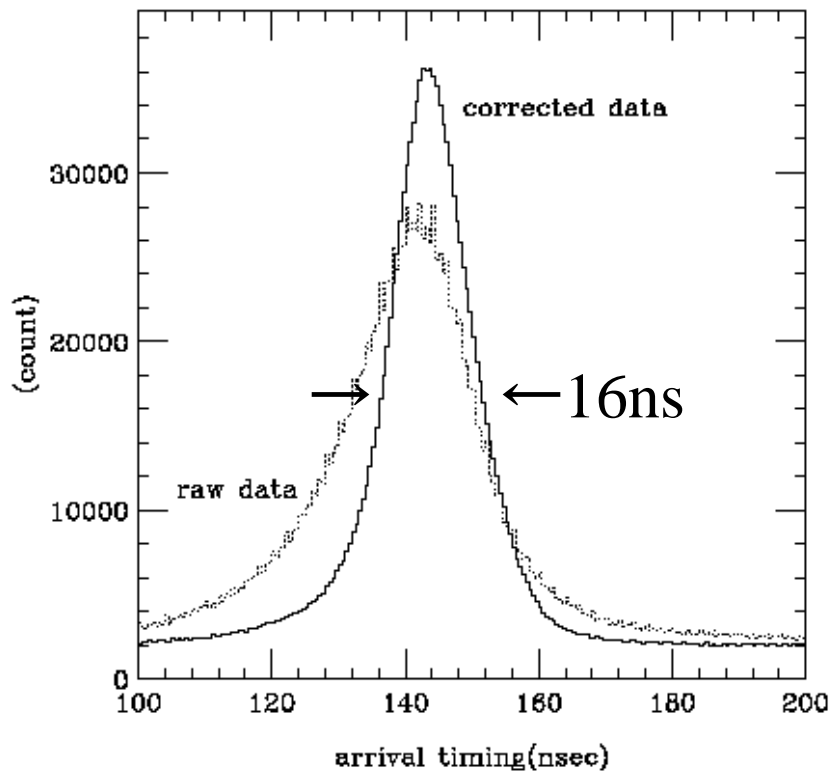
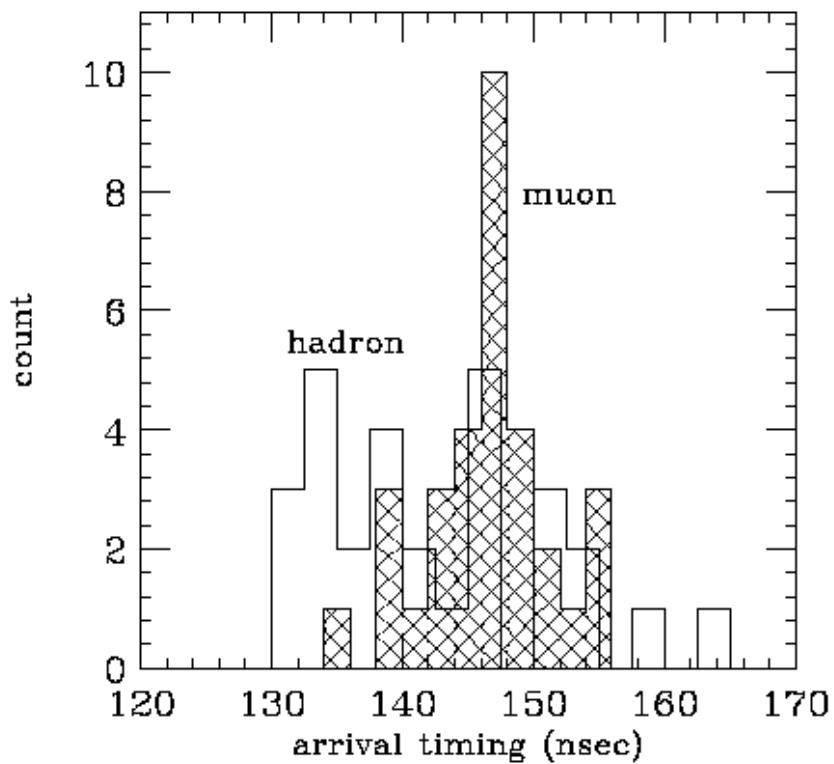
TDC START



TDC START

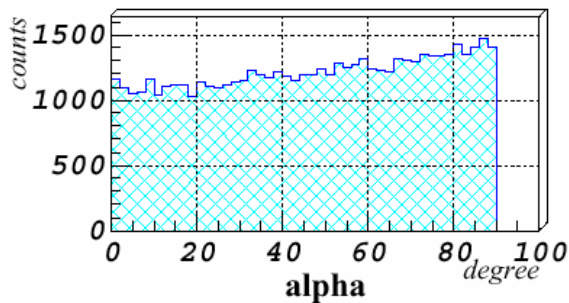
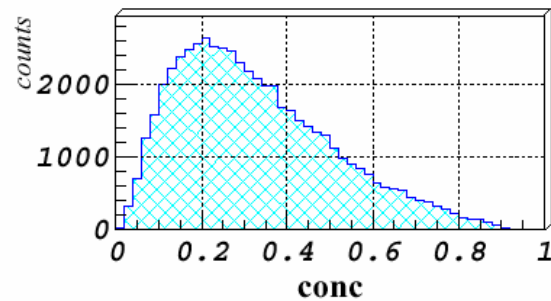
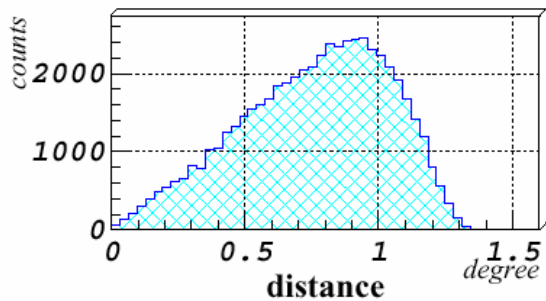
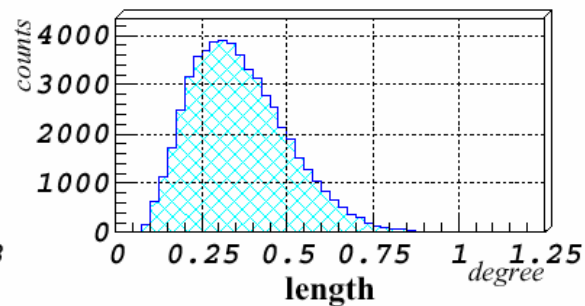
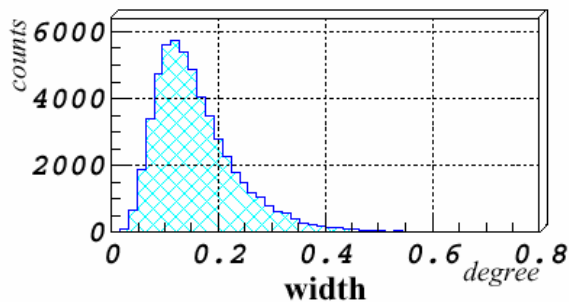


# Timing 分布



(data)

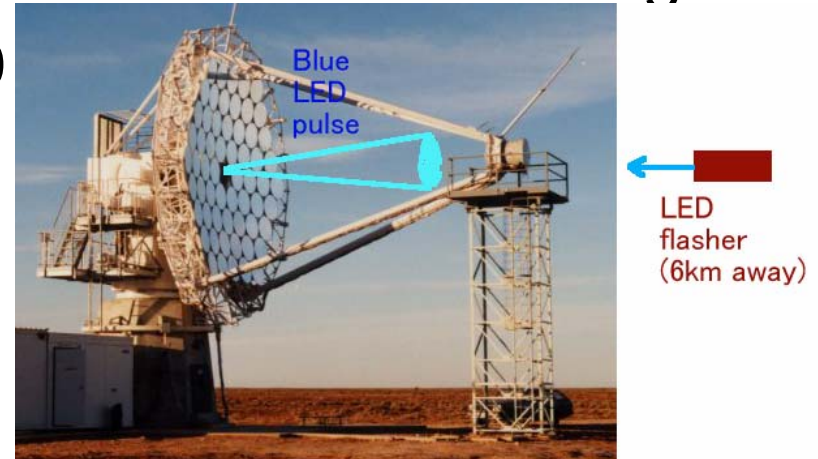
# Image parameter 分布



(data)

# Calibration

- Blue LED light pulses for field-flattening
- Remote (6km) LED flasher



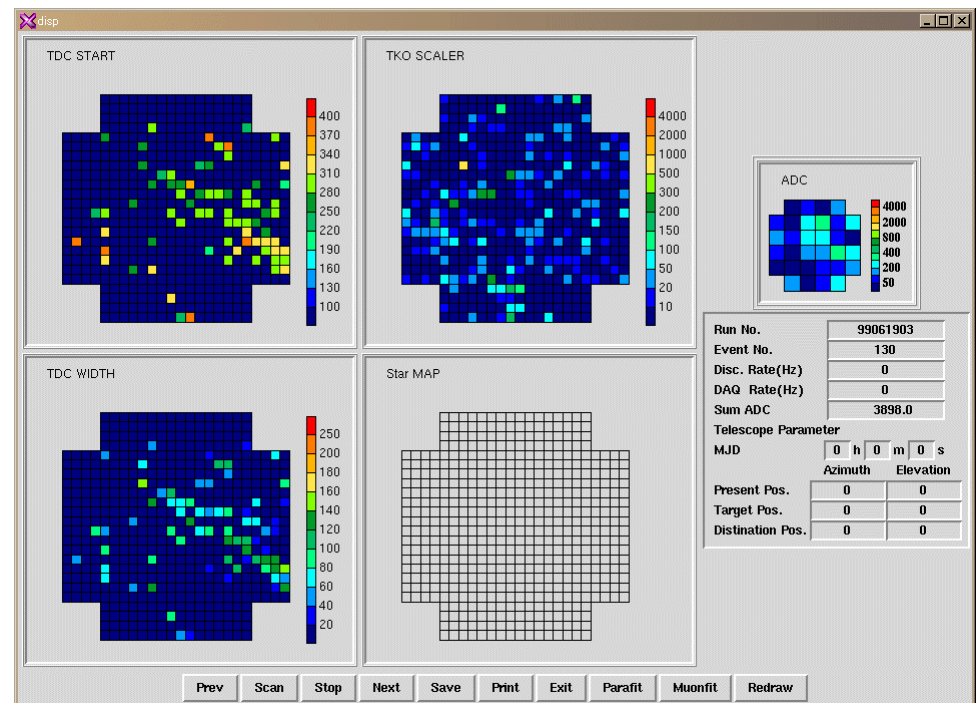
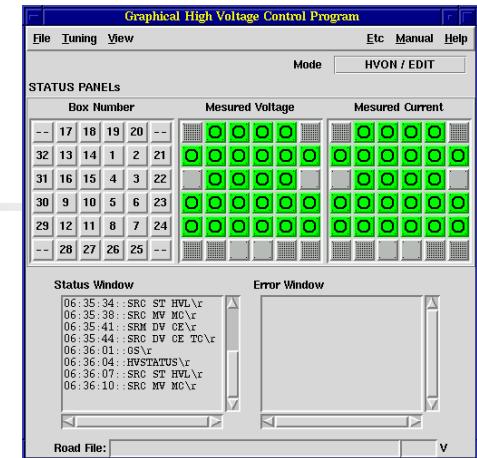
- Absolute timing by the GPS system
- Telescope tracking: chasing stars by a CCD camera → accuracy less than 1 arcmin

# Monitor

- Event monitor
- HV monitor
- Tracking monitor
- Sky monitor: CCD camera

HV

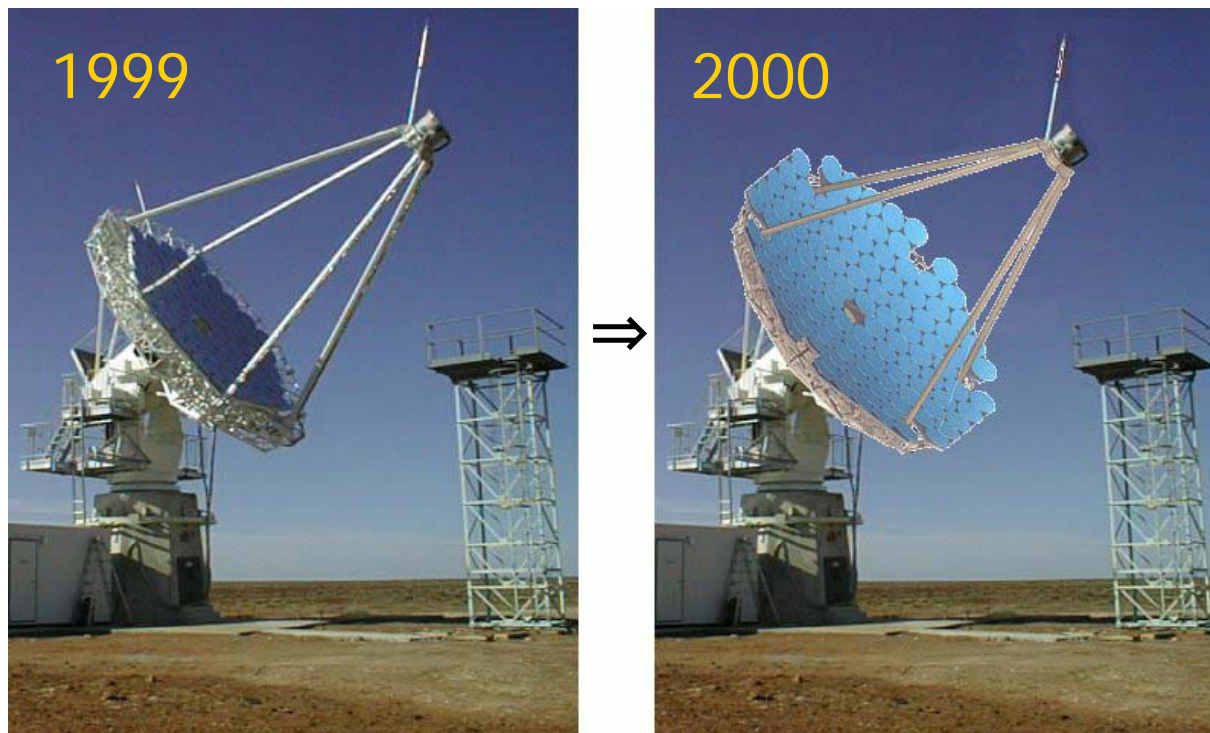
Event



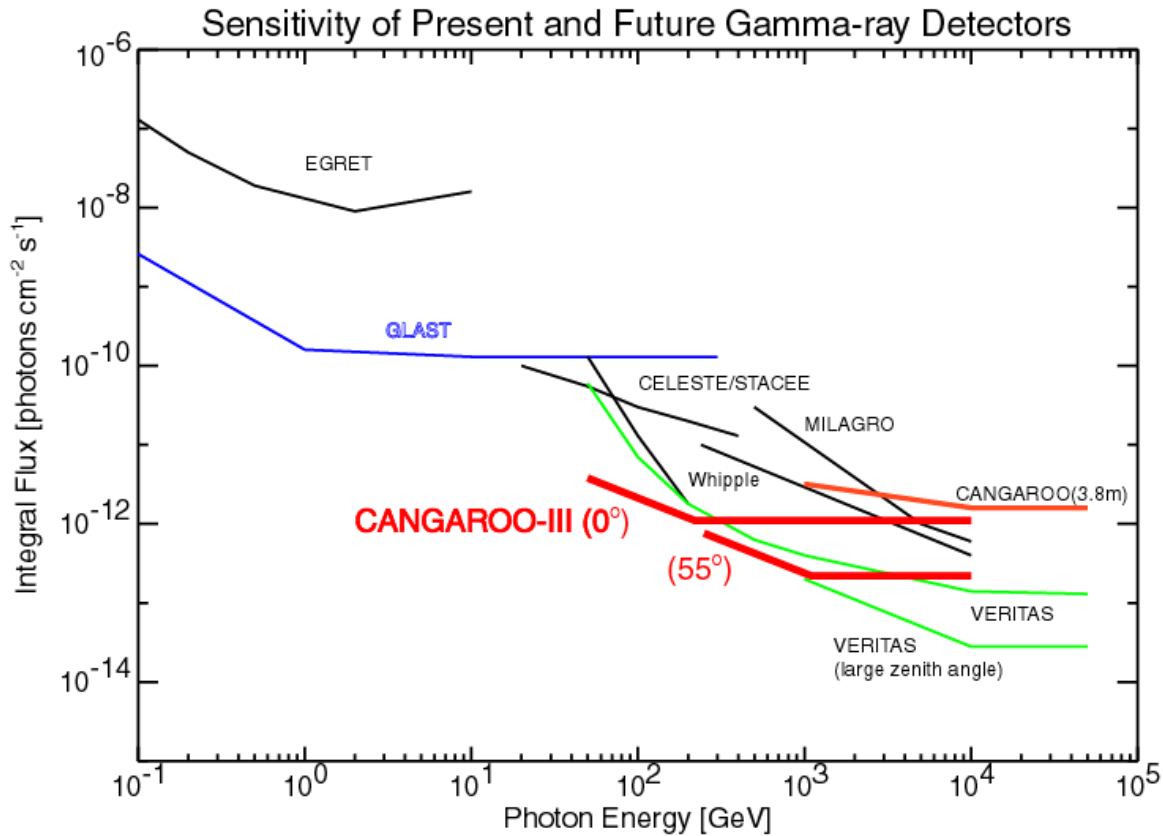


# 1999年度作業

- 小型鏡54枚の追加による7m望遠鏡の10m口径への拡張
- エネルギー閾値 ほぼ半減  $\Rightarrow$  100 GeV領域へ

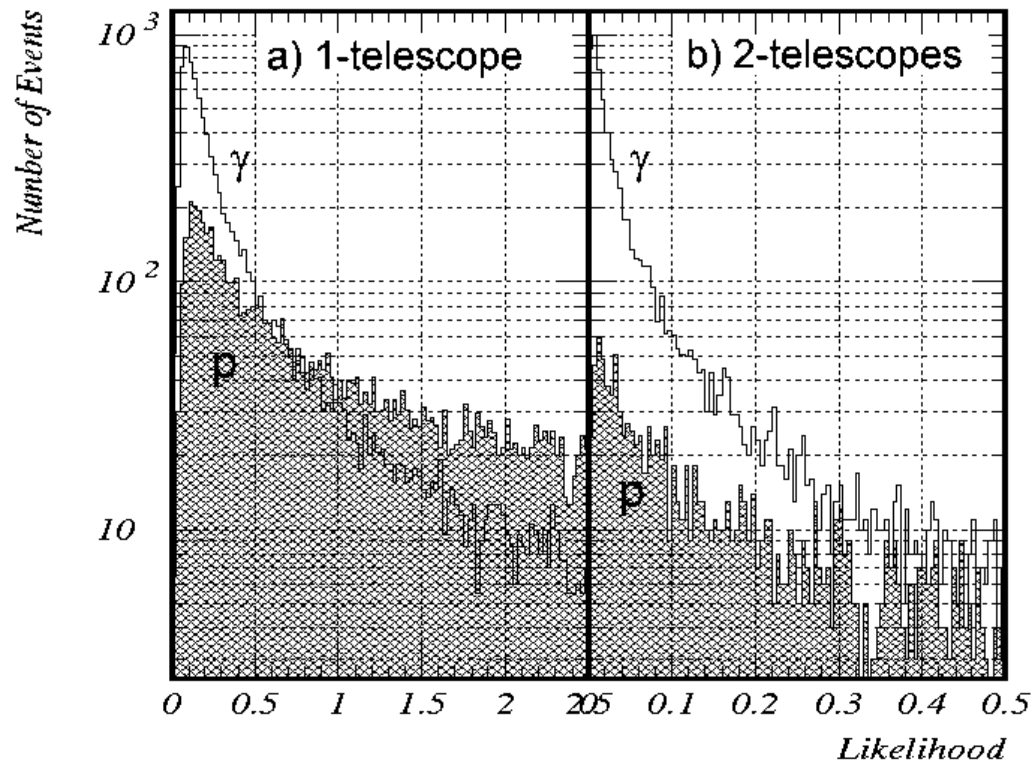


# CANGAROO-III 予想感度



# ステレオ観測による $\gamma$ / $p$ 識別

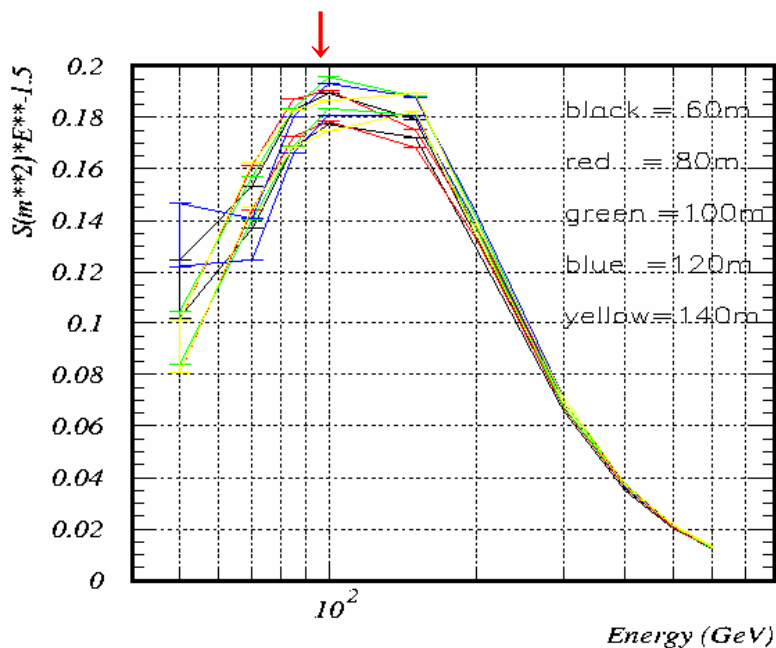
- Likelihood analysis : >50% efficiency



(R.Enomoto)

# Single vs Stereo : 有効面積

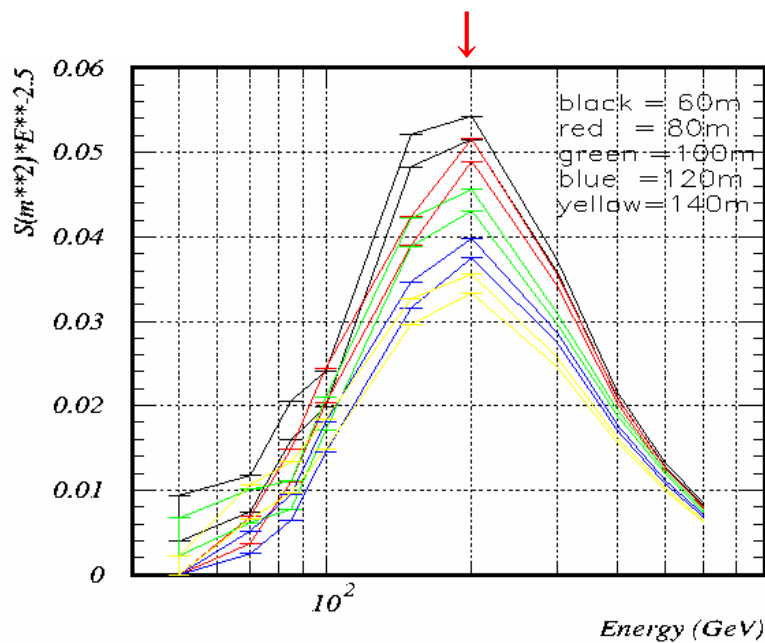
100 GeV



1-telescope

“Discovery mode”

200 GeV

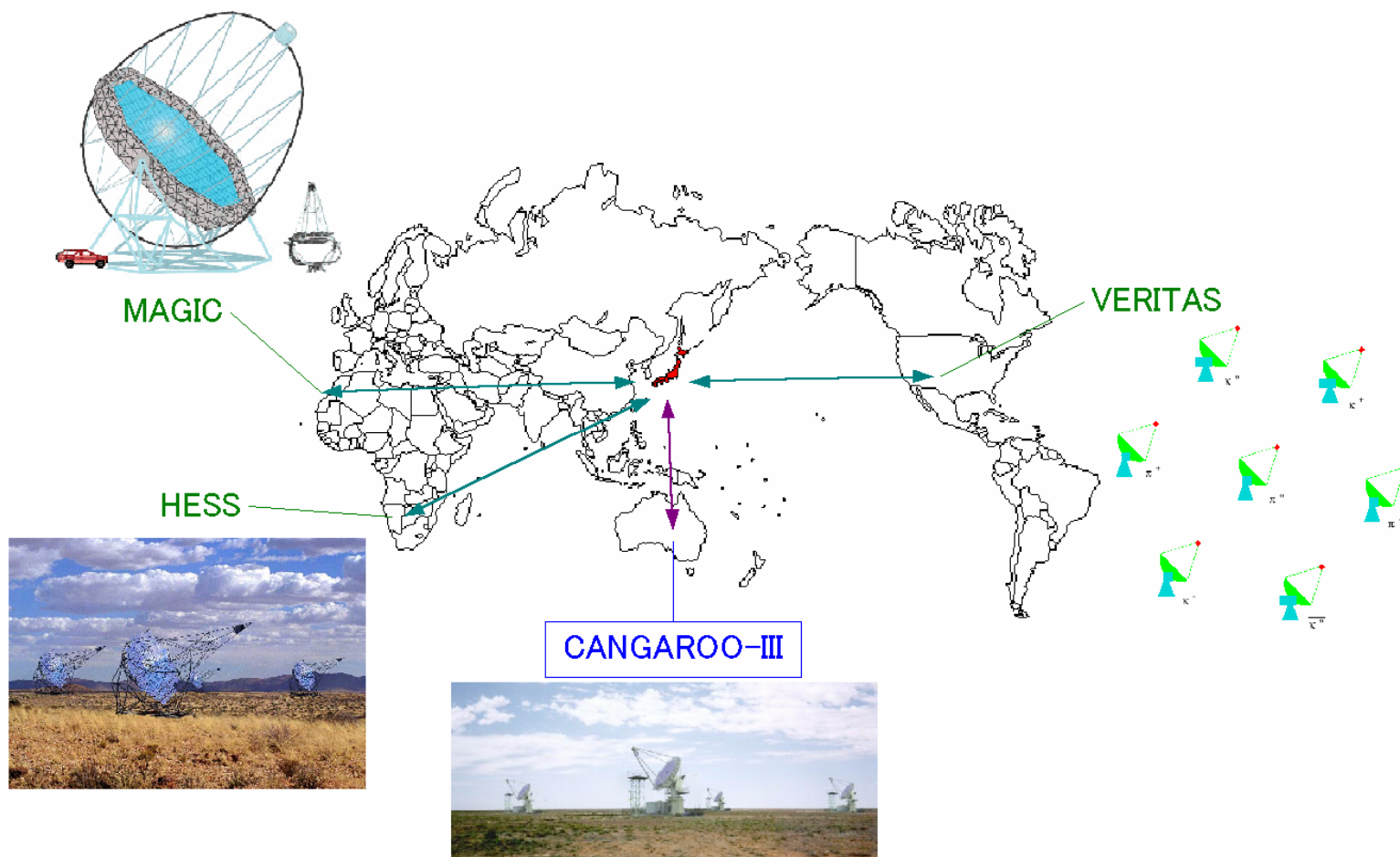


2-telescopes

“Study mode”

(R.Enomoto)

# 次世代チェレンコフ望遠鏡群



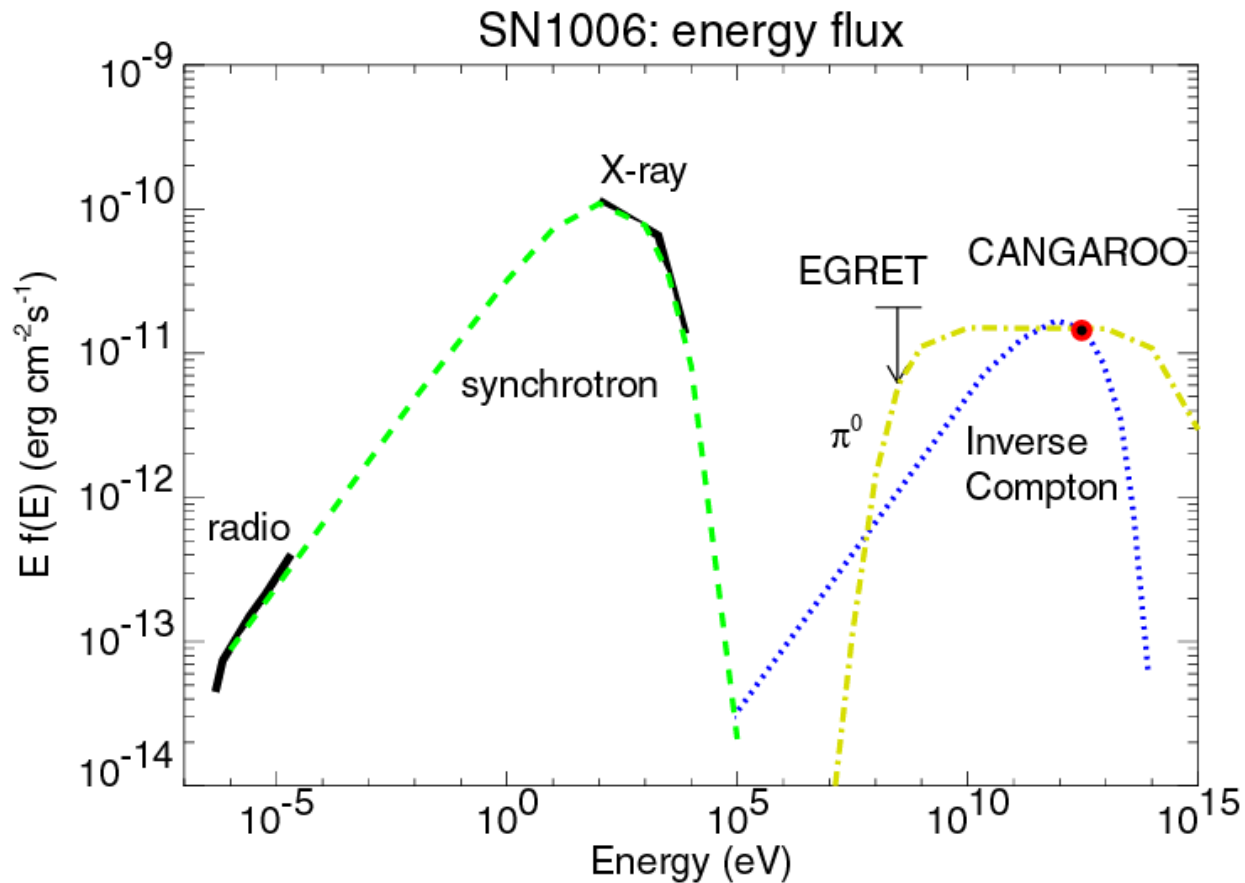


# Science to come

---

- Plerions (パルサー星雲)  
逆コンプトン? ← シンクロトロン起源?
- Pulsars  
パルス成分のカットオフ? ← polar cap/outer gap
- SNRs  
 $\pi^0$  の寄与? ← 宇宙線の起源
- AGNs  
ガンマ線源:  $e^\pm$  or  $p$ ? / 銀河間赤外線
- EGRET unIDs, Neutralinos, GRBs, QG,  
Diffuse gamma, ..., and more?

# 超新星殘骸：陽子成分？





# Summary

---

- CANGAROO-II 7m望遠鏡は300 GeV領域のガンマ線観測を開始している。
- データ解析進行中。
- 2000年早々に10mに拡張され、100 GeV領域を目指す。
- 2004年には4台の10m望遠鏡によるステレオ観測(CANGAROO-III)が始まる予定。