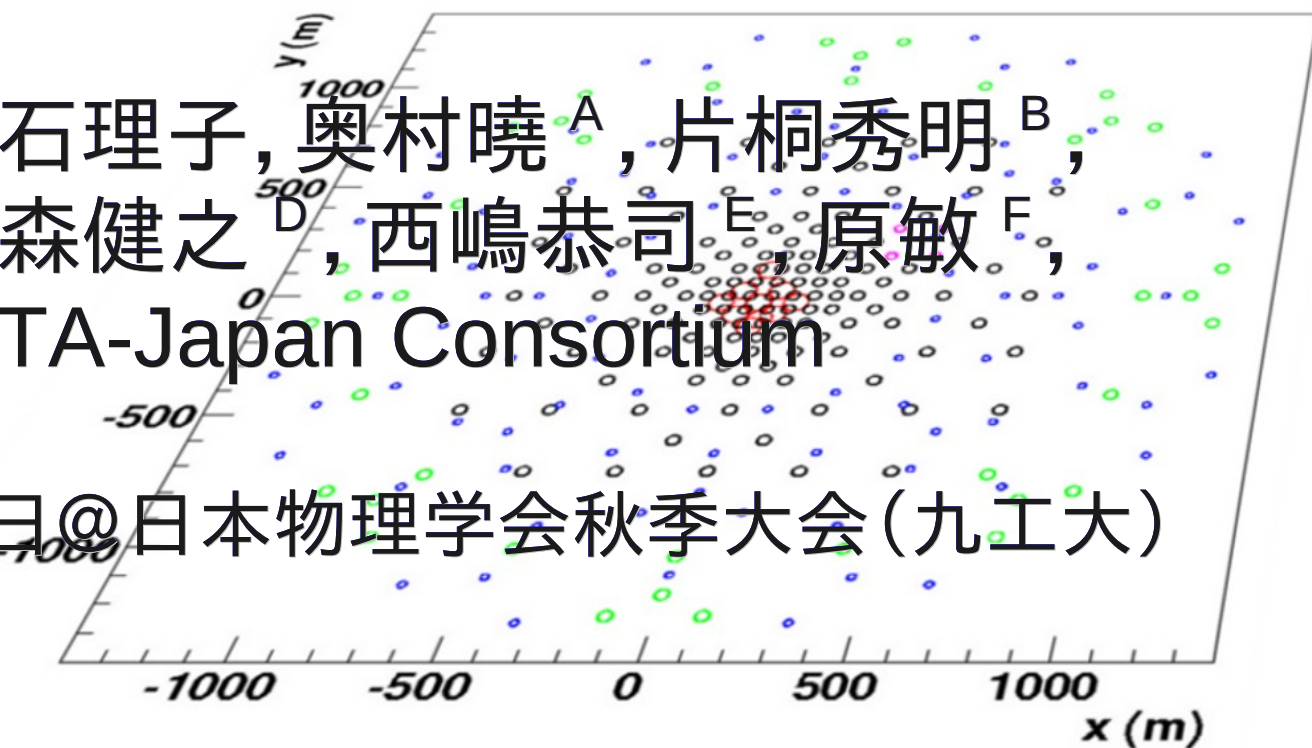


CTA 報告 4 : モンテカルロシミュレーション によるアレイの最適化

東大宇宙線研, 宇宙研^A, 広大理^B, 青学大理工^C,
早大理工^D, 東海大理^E, 山梨学大^F

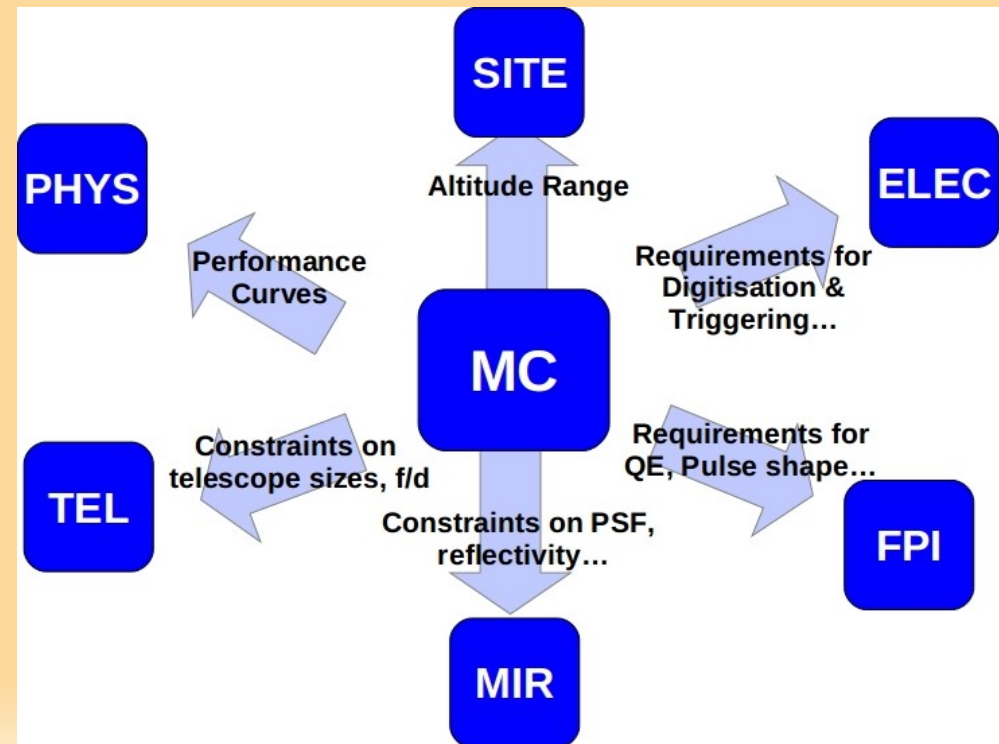
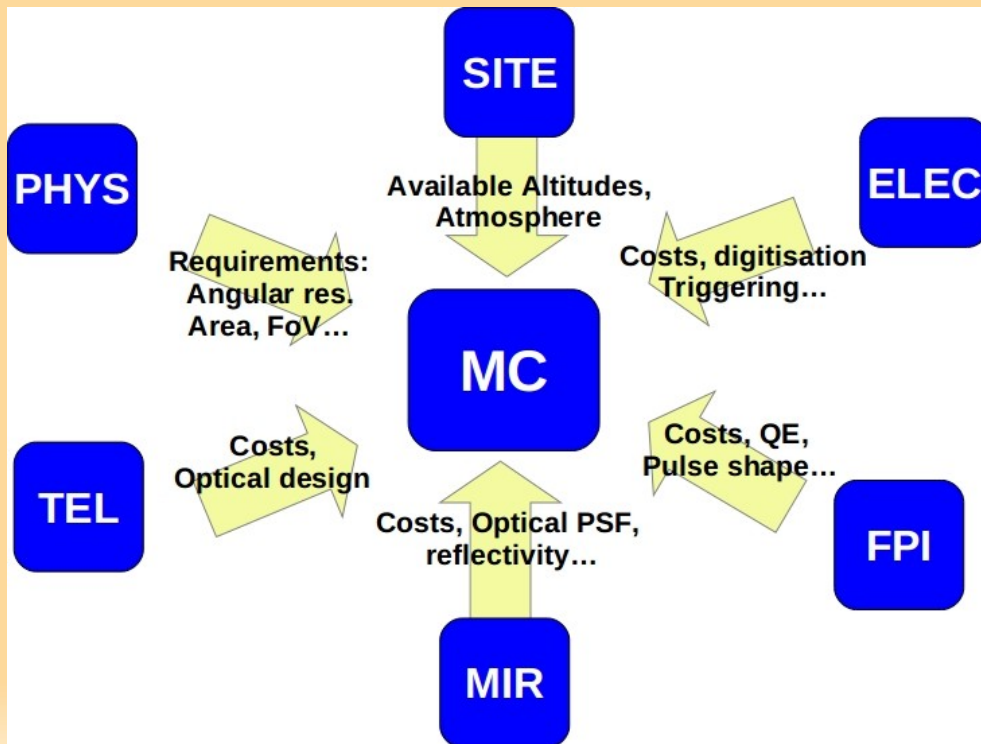
吉越貴紀, 大石理子, 奥村暁^A, 片桐秀明^B,
榊直人^C, 中森健之^D, 西嶋恭司^E, 原敏^F,
他 CTA-Japan Consortium

2010年9月14日@日本物理学会秋季大会(九工大)



MC-WP

- モンテカルロシミュレーション+解析手法の開発
 - アレイ配置、望遠鏡パラメータの最適化
- 要の WP (他 WP との連携が必須)



モンテカルロシミュレーション

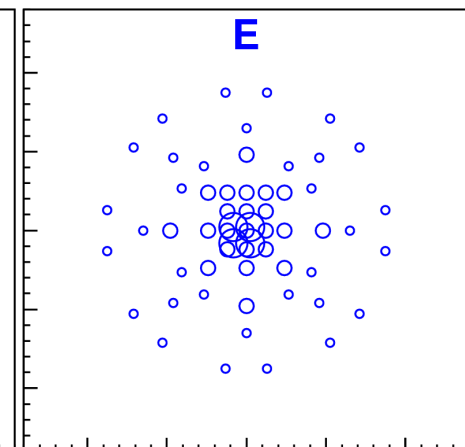
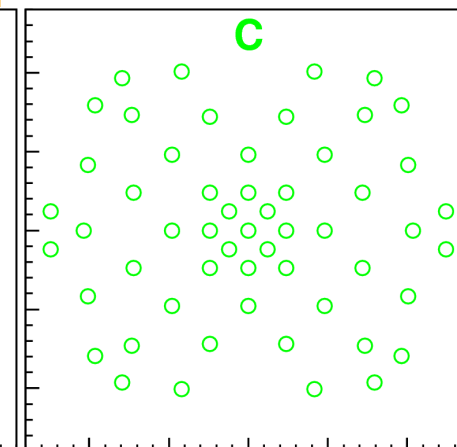
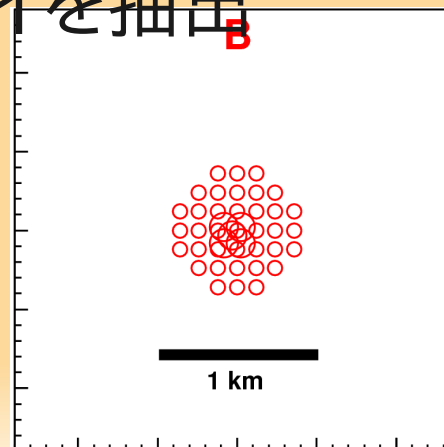
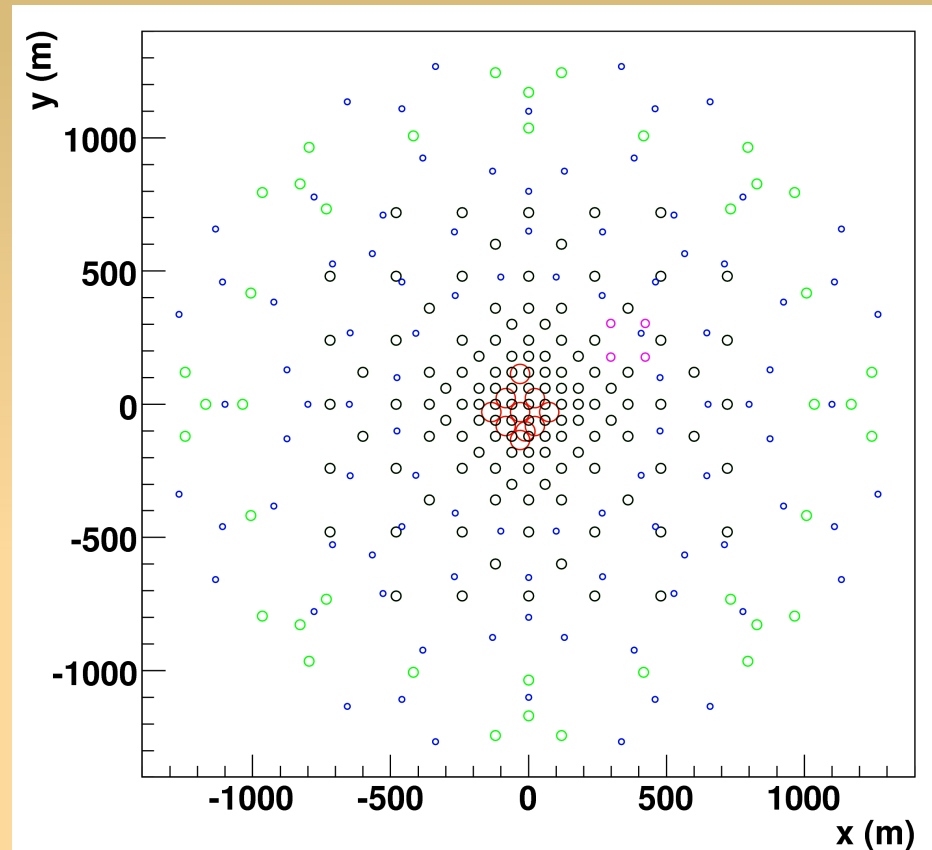
- 空気シャワー+チェレンコフ光生成 : CORSIKA
- 3種類の望遠鏡 (口径 23 m、12 m、7 m)
 - レイトレース+ハードウェアモデル : H.E.S.S.、MAGIC のコードを流用
- 解析 : H.E.S.S. スタイル+ MAGIC スタイル
 - Mean Reduced Scaled パラメータ
 - Random Forest (多変量解析)
 - 3D モデル解析

主な望遠鏡パラメータ

	LST	MST	SST
口径	23 m	12 m	6.7 m
反射鏡	放物面	Davies-Cotton	Davies-Cotton
焦点距離	31.2 m	15.6 m	11.2 m
視野(直径)	5°	8°	10°
画素(直径)	0°.09	0°.18	0°.25

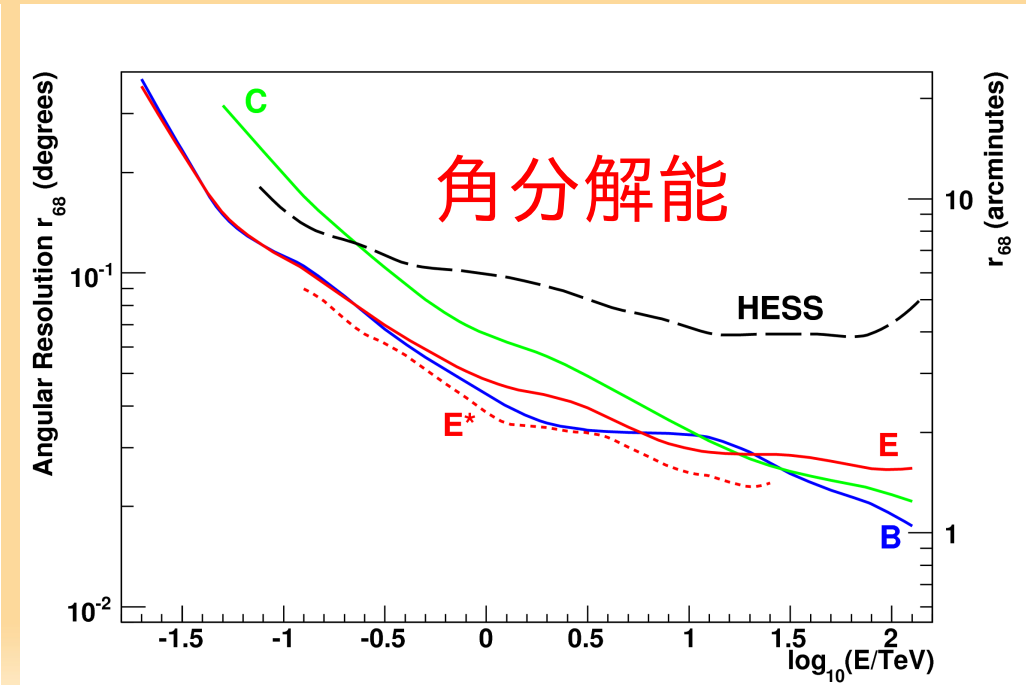
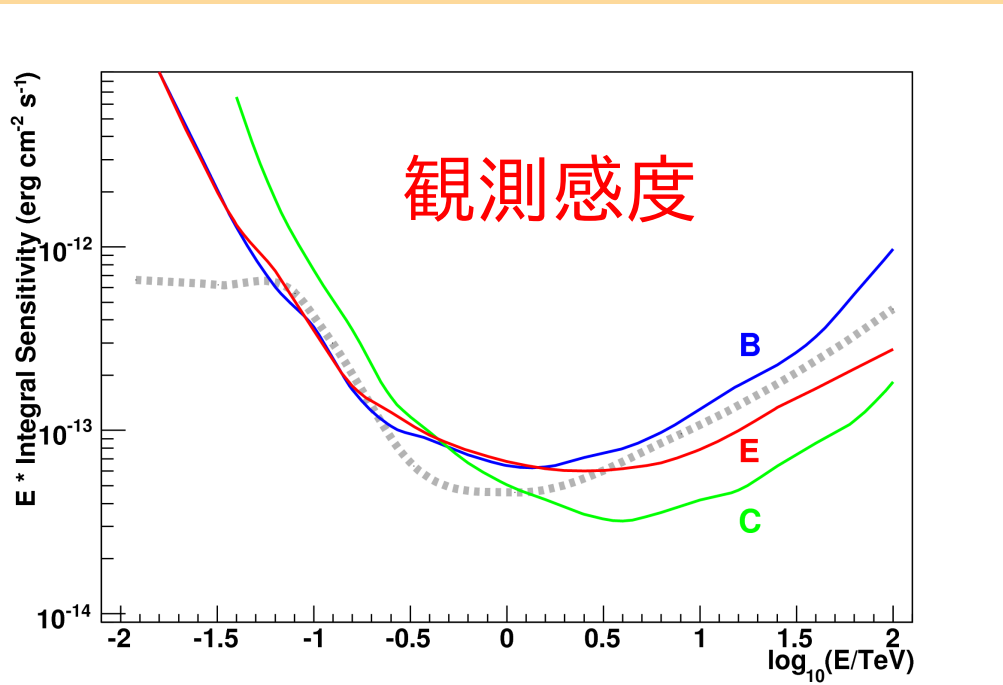
Mass Production-1

- 11 候補アレイを定義
 - ほぼ等コスト (80 M€)
- 候補の重ね合わせ →
“ Super Configuration ”
 - 望遠鏡全 275 基
 - CPU 時間の節約
 - 後でサブアレイを抽出



初期の性能評価 (Prod-1)

- 目標値に近い感度をほぼ全エネルギー帯で達成
 - アレイ E が目標曲線に最も近い → 基準アレイ
- 検出面積と精度の間にトレードオフ
 - アレイ B (密) → 高感度@低 E、高角分解能
 - アレイ C (粗) → 高感度@高 E



CTA-Japan MC チーム

- 2009 年 12 月発足
 - 登録メンバー 10 名 (cf. 本家 91 名)
 - 活動規模拡大が課題
- これまでの活動：
 - 道具 (H.E.S.S. スタイル MC コード) の習得
 - Prod-1 サマリー (DST) データの取得
 - DST データから感度曲線を導出
 - 習得した知識、技術の確認

観測感度の評価

- Significance に関する条件：

$$N_\sigma = \frac{N_\gamma}{\sqrt{N_B}} = \frac{F_\gamma A_{0\gamma} \epsilon_\gamma t}{\sqrt{F_B \Omega_0 A_{0B} \epsilon_B t}}$$

$$\rightarrow F_\gamma = \underbrace{\sqrt{F_B}}_{\text{文献}} \underbrace{\frac{\sqrt{\Omega_0 A_{0B}}}{A_{0\gamma}}}_{\text{入力パラメータ}} \underbrace{\frac{\sqrt{\epsilon_B}}{\epsilon_\gamma}}_{\text{シミュレーション}} \underbrace{N_\sigma t^{-1/2}}_{\text{定義}}$$

- ガンマ線事象数に関する条件：

$$N_\gamma = F_\gamma A_{0\gamma} \epsilon_\gamma t$$

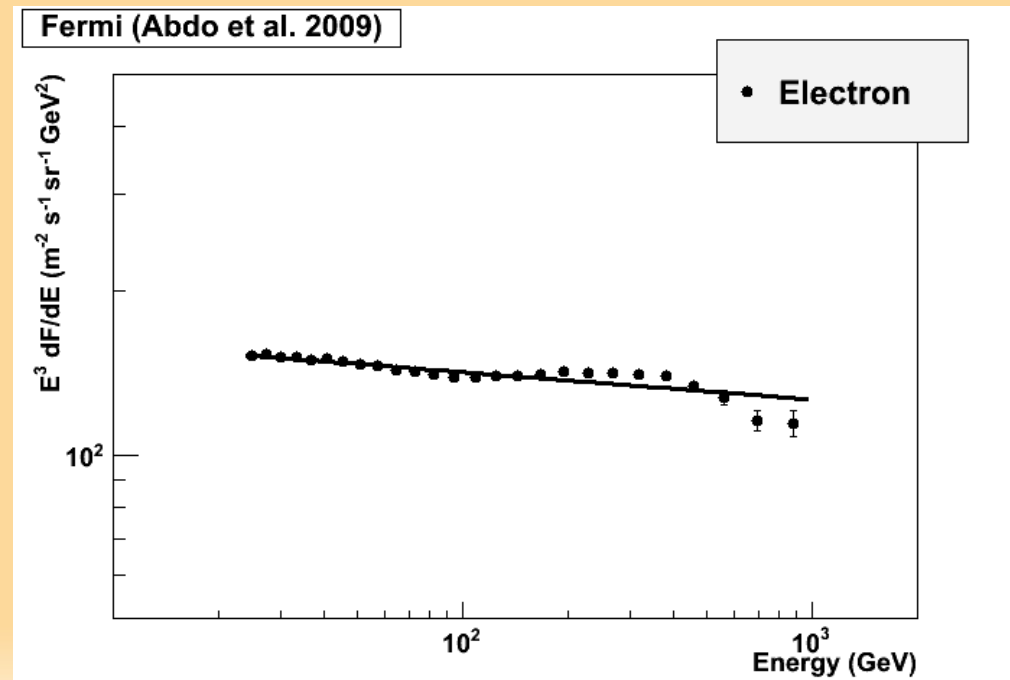
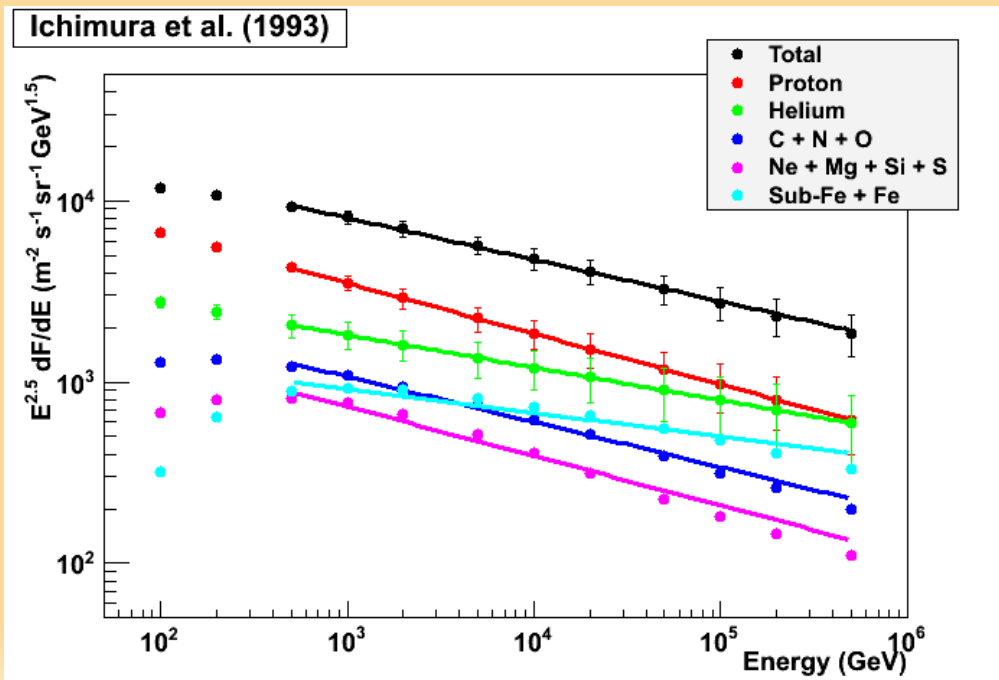
$$\rightarrow F_\gamma = \underbrace{\frac{1}{A_{0\gamma}}}_{\text{文献}} \underbrace{\frac{1}{\epsilon_\gamma}}_{\text{シミュレーション}} \underbrace{N_\gamma t^{-1}}_{\text{定義}}$$

解析条件

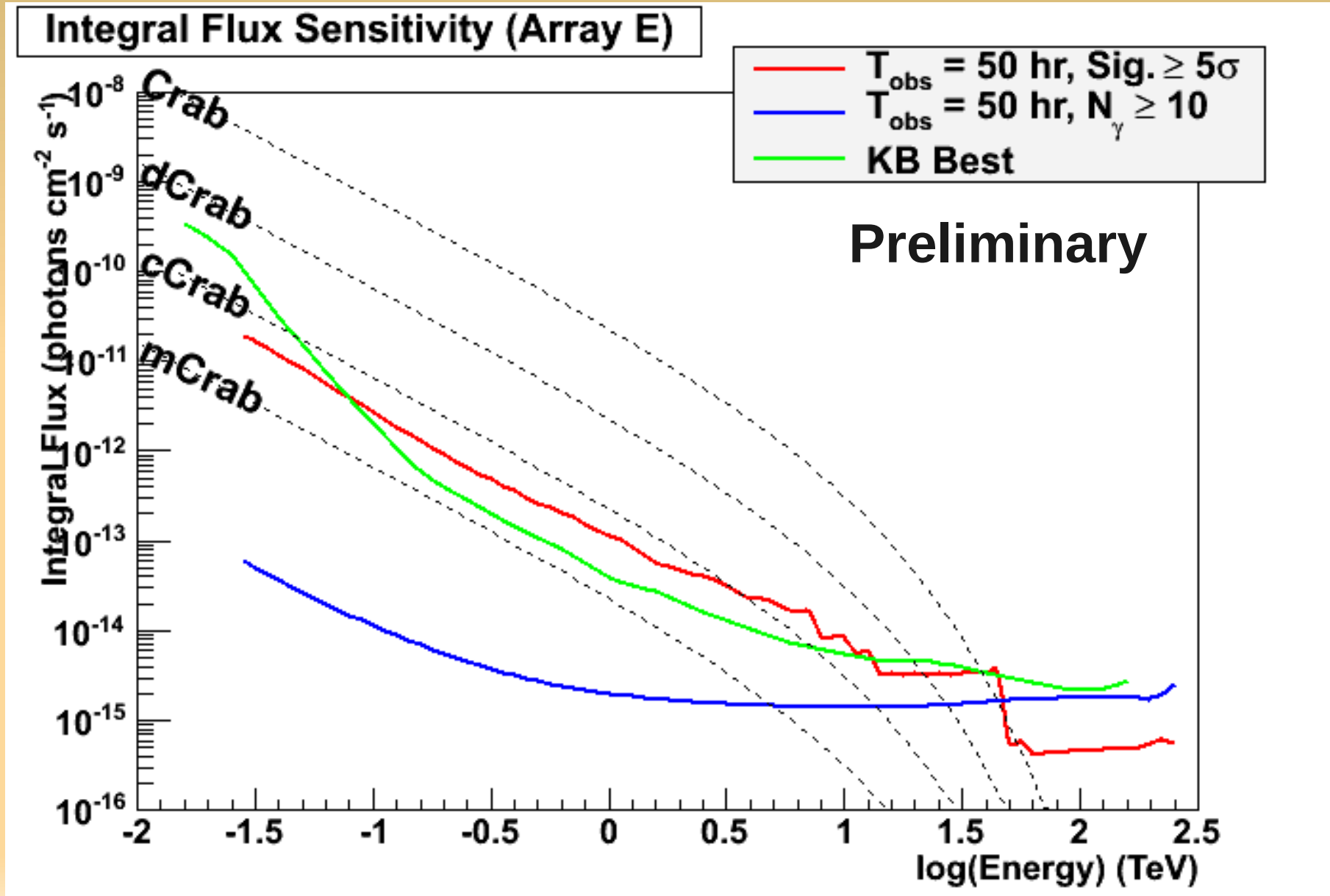
- Shape パラメータカット：
 - $-2.0 < \text{MRSW} < 0.6$
 - $-2.0 < \text{MRSL} < 1.2$
- Angle パラメータカット： $\theta < 0^\circ.2$ （点源解析）
- シャワー再構成パラメータカット：
 - dE cut (well-determined energy)
 - dE2 cut (consistent energy estimates)
 - hmax cuts (height of maximum)
- 全て default（最適化されていない）

バックグラウンドモデル

- ハドロン → Ichimura et al. (1993)
 - 500 GeV 以上を power-law fit
- 電子 → Fermi (Abdo et al. 2009)
 - $\Gamma \sim 3.05$ (cf. conventional value ~ 3.3)



結果 (Array E)



まとめ

- MC-WP の活動状況
 - 80 M€ のアレイで目標感度を達成可能
 - 詳細なコストモデルと優先される物理を他 WP に要求
 - 現在 Prod-2 を生産中
- CTA-Japan MC チームの現状
 - シミュレーションツールの理解、習得がほぼ終了
 - 感度曲線の導出 → consistent
 - 今後：本家と連携しつつ、独自性を発揮