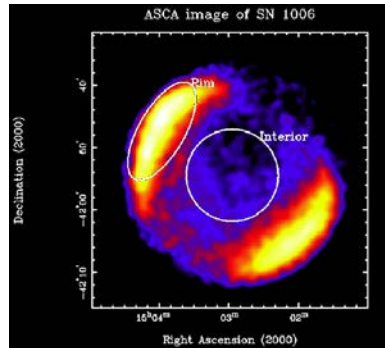


# エマルションチェンバーによる 高エネルギー宇宙線電子の観測

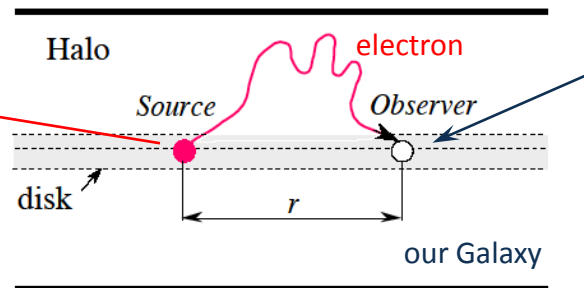
発表者:小林正(元青学大)

共同研究者:吉田健二(芝浦工大)、小林正(元青学大)、  
古森良志子(神奈川保険福祉大)、大西宗博、  
小林孝英(東大宇宙線研)、西村純(東大)

# ECCによる気球観測



(<http://www-cr.scphys.kyoto-u.ac.jp/>)



気球

- 高エネルギー宇宙線電子の観測

宇宙線加速機構の解明、近傍の宇宙線源の同定

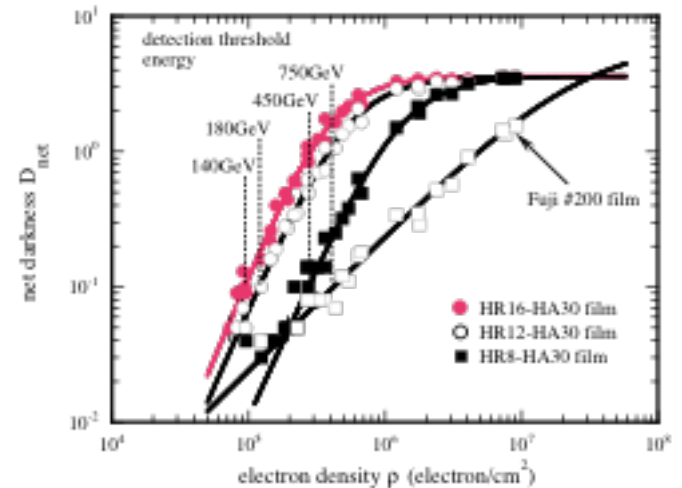
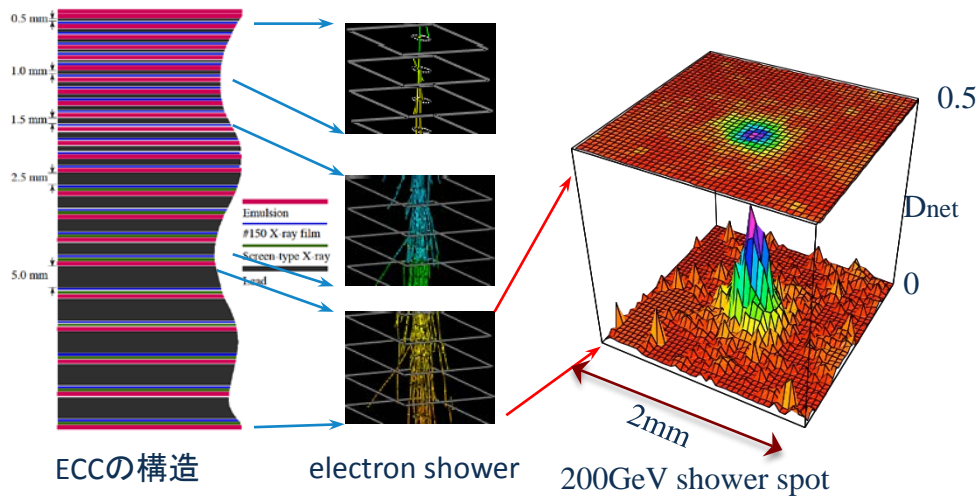
15回の気球観測(1968~2001)、 $S\Omega_e T = 8.19m^2 \cdot sr \cdot day$

30GeV~3TeV: 宇宙線電子スペクトルの最終報告 Kobayashi et al., ApJ.760,146 (2012)

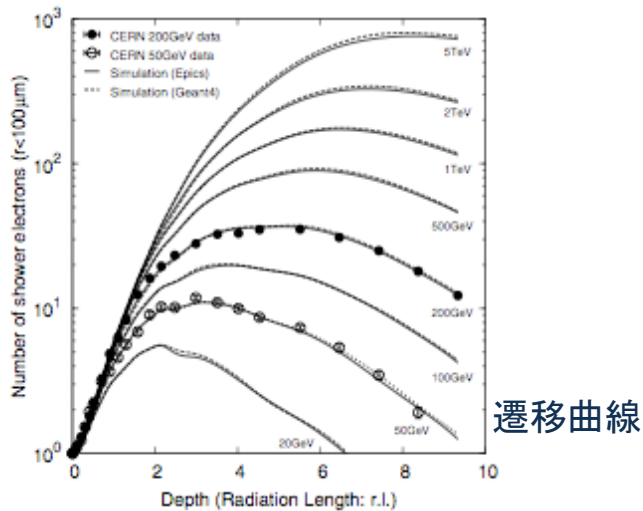
大気電子スペクトルの解析論文: Komori et al., Astropart.Phys.38,7 (2012)

- ◎ LPM効果の検証

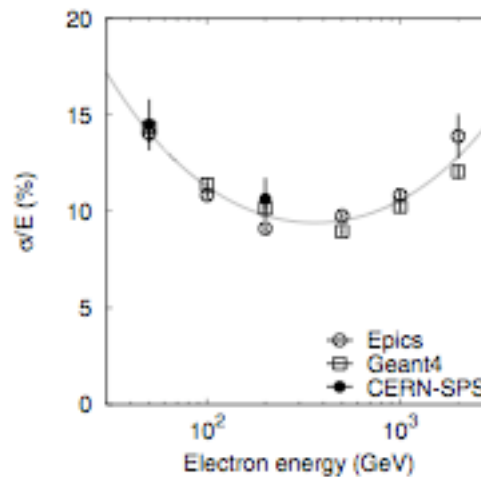
# ECCの性能



X線フィルムの特性曲線



遷移曲線



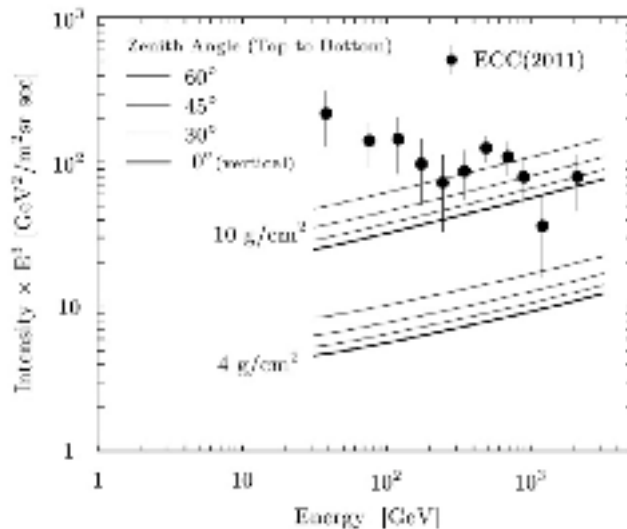
陽子の排除率:

$$e/p = 1 \times 10^{-5}$$

エネルギー分解能:  
10~15%

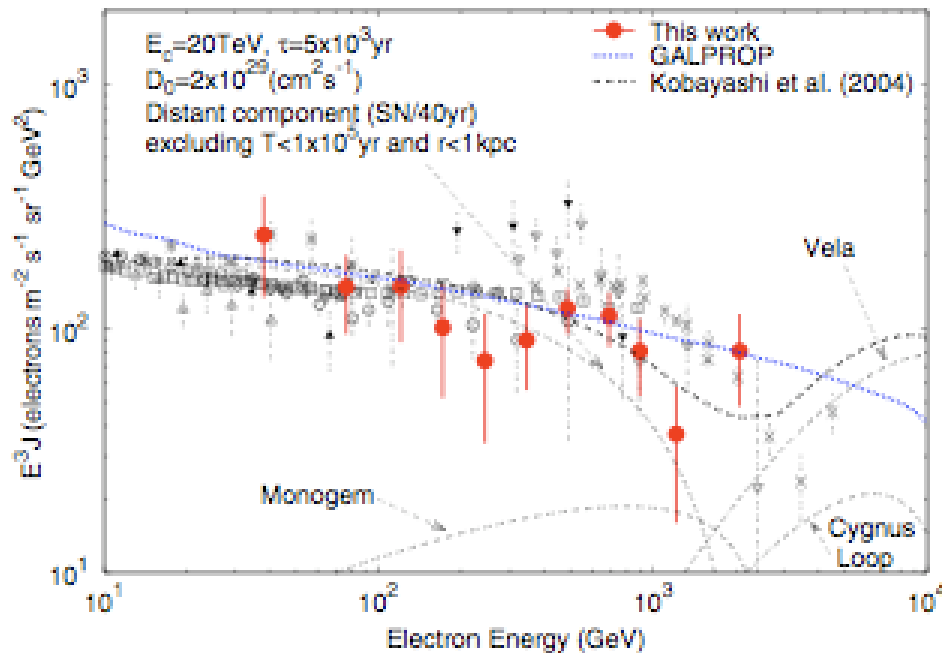
# 大気電子のエネルギースペクトル

- ECCによる大気ガンマ線スペクトルの観測値を用い、  
解析的に大気電子スペクトルを求める。  $p+N \rightarrow \pi^0 \rightarrow 2\gamma, \gamma \rightarrow e^\pm$   
 $\rightarrow e^+e^-\gamma$



大気電子のエネルギースペクトル  
Komori et al.,  
Astropart.Phys.38,7 (2012)

# ECC気球観測による宇宙線電子のエネルギースペクトル(最終報告)



- ▲ HEAT
- × BETS
- ▲ AMS
- ▼ ATIC-2
- ◆ PPB-BETS
- Fermi-LAT
- × H.E.S.S.
- PAMELA
- ECC

15回の気球観測(1968~2001)

30GeV~3TeV領域の宇宙線電子  
スペクトル:

Kobayashi et al., ApJ.760,146 (2012)

$$S\Omega_e T = 8.19 m^2 \cdot sr \cdot day$$

$$J_e(E) = (1.39 \pm 0.23) \times 10^{-4} \left( \frac{E}{100 GeV} \right)^{-3.28 \pm 0.10} (m^{-1} \cdot s^{-1} \cdot sr^{-1} \cdot GeV^{-1})$$

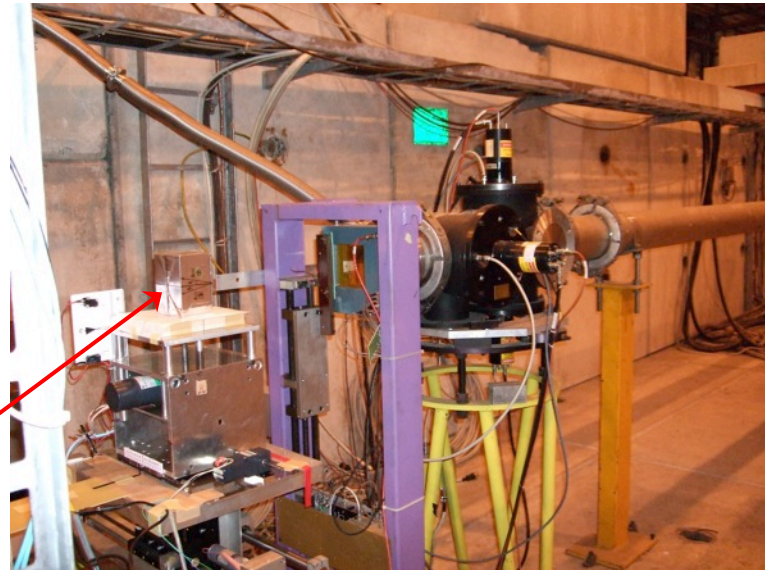
# 平成24年度の共同利用研究

- ECC電子観測によるLPM効果の検証
- CERN-SPSによるLPM効果の検証(2003～2008)

CERN-SPS H4 beam line(2008.7)

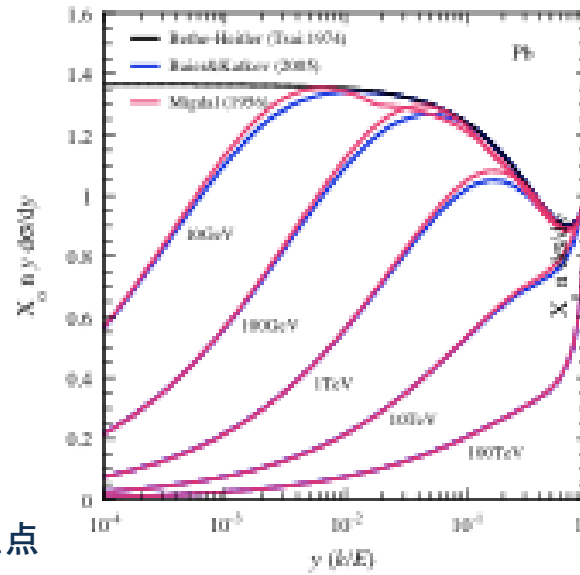
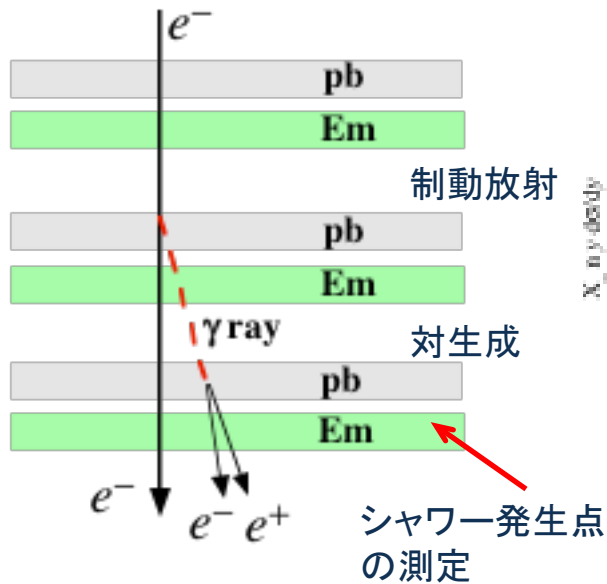
- ◎ 査定金額: 100千円
- ◎ 用途:  
旅費: 100千円

ECC

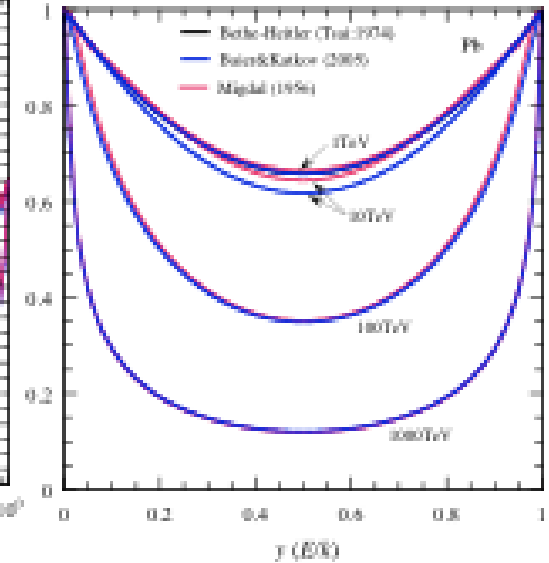


# ECCによるLPM効果の検証方法： シャワー発生点の深さ測定

- 電子シャワーの発生点は制動放射の断面積に敏感。  
ECCは飛跡の位置分解能： $< 1\mu m$



制動放射の断面積

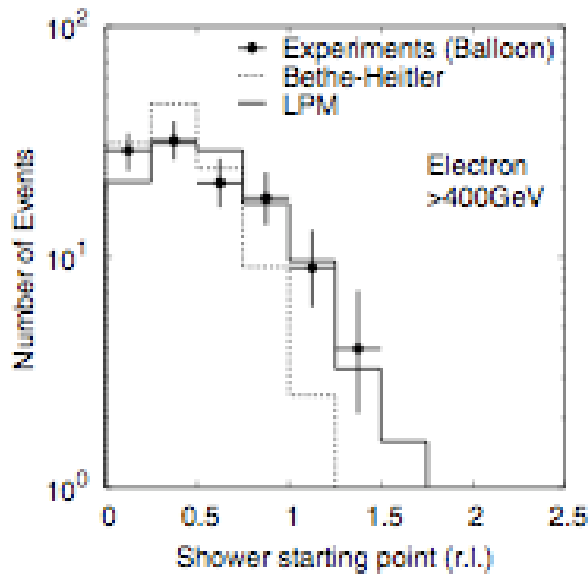


対生成の断面積

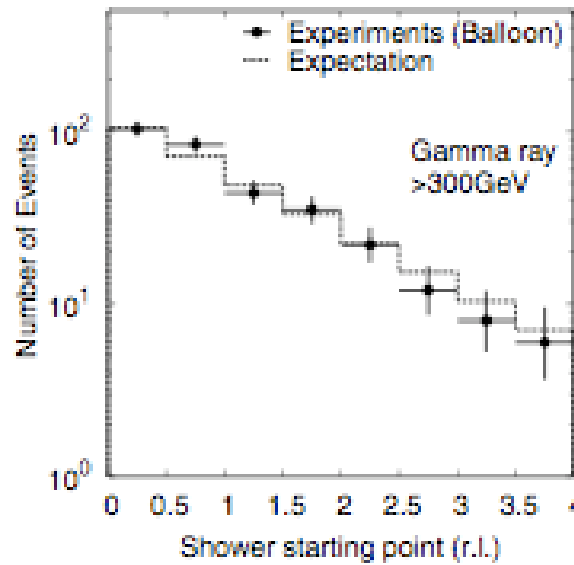
LPM効果は制動放射の断面積が減少、  
Bethe-Heitlerによる期待値よりも深いシャワーの発生点。

# 気球観測によるシャワーの発生点分布

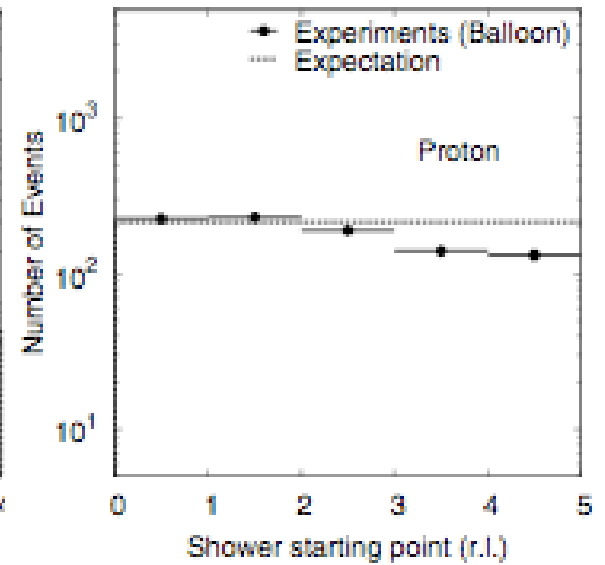
電子:>400GeV



ガンマ線:>300GeV



陽子

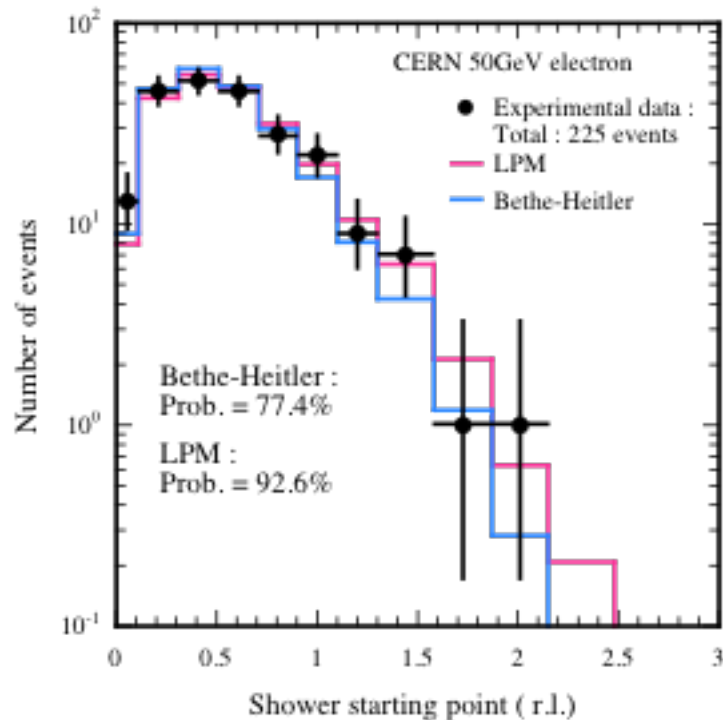


Bethe-Heitlerの期待値と一致しない  
LPMと一致

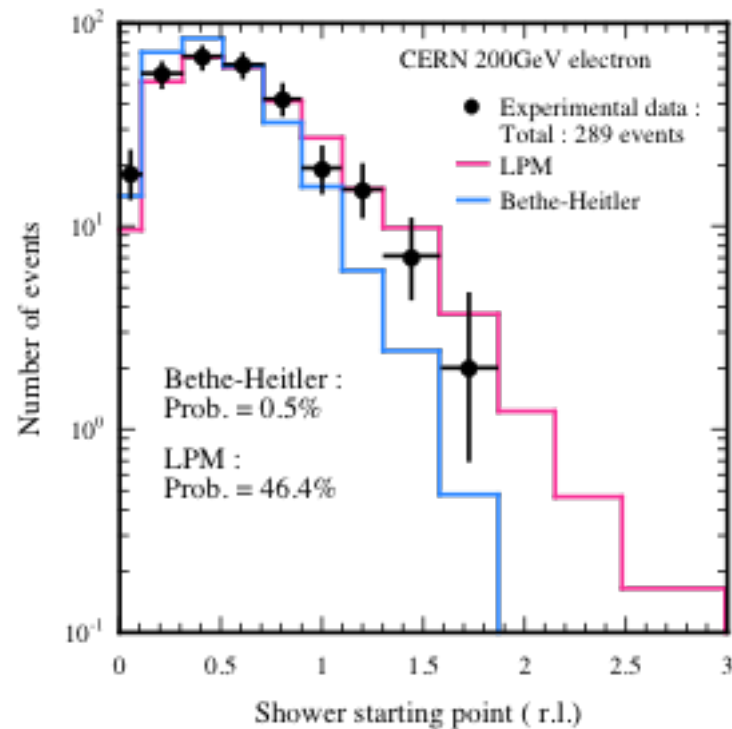


# 加速器実験：CERN-SPSによるLPM効果の検証 (50GeV electron, 200GeV electron)

CERN 50GeV e

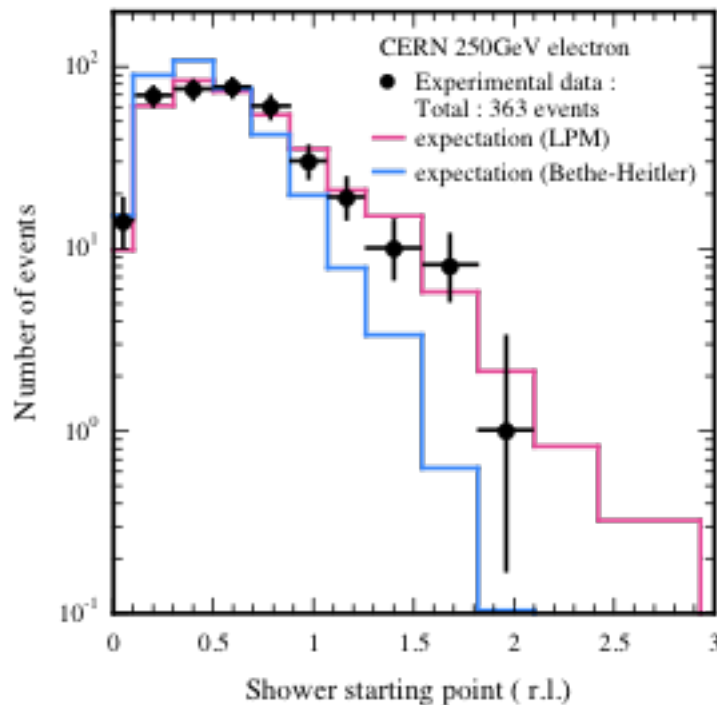


CERN 200GeV e



- ◎ 50GeV e : BHとLPMにほとんど差が無い
- ◎ 200GeV e : BHと不一致、LPMと一致

# CERN-SPSによるLPM効果の検証 (250GeV electron)



- ◎ 250GeV e : BHと不一致  
LPMと一致

*Bethe-Heitler :*  
 $Prob. = 2 \times 10^{-5} \%$

*LPM :*  
 $Prob. = 62.5 \%$

# まとめ

- ECCによる気球観測：
  - 30GeV～3TeV領域の宇宙線電子スペクトルの最終報告
  - 太陽系近傍の宇宙線源が存在
  - 大気電子スペクトルの解析報告
- ◎ CERN-SPS電子ビームを用いたLPM効果の検証：
  - (50GeV, 200GeV, 250GeV)
  - 250GeV 電子シャワーの発生点分布からBethe-Heitlerの期待値と不一致、LPMの期待値と一致
- ◎ 共同利用研究を終了