# CALETの7年間の観測に基づく 太陽変調の荷電依存性の観測結果

### 茨城高専, 信大理<sup>A</sup>, 早大理工総研<sup>B</sup>, 極地研<sup>C</sup>, JAXA<sup>D</sup>, 東大宇宙線研<sup>E</sup>, 国立天文台<sup>F</sup> 三宅晶子, 宗像一起<sup>A</sup>, 赤池陽水<sup>B</sup>, 鳥居祥二<sup>B</sup>, 小林兼好<sup>B</sup>, 片岡龍峰<sup>C</sup>, 中平 聡志<sup>D</sup>, 浅岡 陽一<sup>E</sup>, 寺澤敏夫<sup>F</sup>, 他CALETチーム



# CALETによる電子・陽子の太陽変調の観測

#### LEE shower trigger

地磁気によるcutoff rigidityが約5.0GV 以下の極領域(ISSの周回軌道中、南北 それぞれで90秒)において実施される、 エネルギー閾値1.0GeVのトリガーモード で検出したイベントを解析

### 全電子・陽子のイベント選別条件

- Offline Trigger
- 飛跡再構成の精度
- 飛跡の幾何条件
- CHDでのenergy deposit
- IMC最下層でのenergy deposit やシャワー集中度
- TASC最上層でのシャワーの 横広がり
- IMC, TASCでのenergy deposit (エネルギー再構成)

以上の選別を実施することで、低エネルギー全電子・陽子を取得

#### Cutoff rigidity map and ISS orbit



#### **CALET Calorimeter**



## 地磁気によるカットオフ効果

- ・国際標準地球磁場(IGRF-13)および地磁気擾乱経験モデル(TS05)を考慮して ・地球磁気圏内における低エネルギー粒子軌道を計算することで、effective cutoff rigidity を算出
- ・反粒子の射出方向はCHD、IMC内の再構成軌道に合わせてイベント毎に決定
- カットオフの影響を受けていないイベントを選択するために、ペナンブラ構造が現れない最低rigidityが0.8GV以下のイベントを選択



## 太陽変調の荷電依存性

#### <u>これまでの報告事項</u>

- 太陽変調の荷電依存性を調べるため、平均rigidityが3.8GVの陽子および全電子の計数率を算出
- ドリフトモデルから示唆される荷電依存性と太陽活動減退期・増進期間に現れる
   ヒステリシス構造を確認





## 太陽変調の荷電依存性

電子候補イベントに対する陽子混入率の変動をもとに陽電子成分の混入率を推定し、平均rigidityが3.8GVの電子の計数率を算出。



## 太陽変調の荷電依存性

- 電子候補イベントに対する陽子混入率の変動をもとに陽電子成分の混入率を推定し、平均rigidityが3.8GVの電子の計数率を算出。
- ・ドリフトモデルから示唆される荷電依存性と太陽活動減退期・増進期間に現れる
   ヒステリシス構造を改めて確認



 CALETの観測結果を用いて、惑星間空間磁場によるドリフト運動や拡散係数の エネルギー依存性・非等方性を考慮した太陽変調ドリフトモデルの検証を実施

<u>太陽変調モデル</u>(Miyake, ICRC 2017)



 CALETの観測結果を用いて、惑星間空間磁場によるドリフト運動や拡散係数の エネルギー依存性・非等方性を考慮した太陽変調ドリフトモデルの検証を実施



- CALETの観測結果を用いて、惑星間空間磁場によるドリフト運動や拡散係数の エネルギー依存性・非等方性を考慮した太陽変調ドリフトモデルの検証を実施
  - 観測結果の示す荷電依存性はドリフトモデルで再現できる



- CALETの観測結果を用いて、惑星間空間磁場によるドリフト運動や拡散係数の エネルギー依存性・非等方性を考慮した太陽変調ドリフトモデルの検証を実施
  - 観測結果の示す荷電依存性はドリフトモデルで再現できる
  - 算出された電子のヒステリシス構造も観測結果と矛盾しない



- CALETの観測結果を用いて、惑星間空間磁場によるドリフト運動や拡散係数の エネルギー依存性・非等方性を考慮した太陽変調ドリフトモデルの検証を実施
  - 観測結果の示す荷電依存性はドリフトモデルで再現できる
  - 算出された電子のヒステリシス構造も観測結果と矛盾しない
  - 月次スケールの変動の差異は、CMEやCIRを考慮していないこと等が要因?



# 太陽変調の荷電依存性(最新解析結果)

- ・ 2021年5月以降、太陽活動の活性化が本格化
- 電子、陽子ともに計数率は減少している。また顕著なヒステリシス構造を確認



### Summary

- 電子候補イベントに対する陽子混入率の変動をもとに陽電子成分の混入率 を推定し、電子の計数率を算出した。
- 平均rigidityが3.8GVの陽子および電子の計数率からは、ドリフトモデルから 示唆される荷電依存性と太陽活動減退期・増進期間に現れるヒステリシス構 造を改めて確認した。
- CALETの観測結果を用いて、惑星間空間磁場によるドリフト運動や拡散係 数のエネルギー依存性・非等方性を考慮した太陽変調ドリフトモデルの検証 を実施
  - 観測結果の示す荷電依存性はドリフトモデルで再現できる
  - 算出された電子のヒステリシス構造も観測結果と矛盾しない
  - 月次スケールの変動の差異は、CMEやCIRを考慮していないことが要因のひとつに考えられる。
- 2021年5月以降、太陽活動の活性化が本格化。電子、陽子ともに計数率が 減少している。また顕著なヒステリシス構造を確認している。
- 太陽活動減退期・増進期をカバーするCALETの低エネルギー電子・陽子の 精密観測結果を用いることで、太陽変調ドリフトモデルのさらなる精密化が 期待される。