

# ガンマ線で探る銀河宇宙線の姿

## -- 1万光年かなたの高エネルギー粒子 --

日本天文学会 2010年春季年会 記者会見  
研究グループ代表 水野恒史  
(広島大学 理学部 物理科学科・助教)

本研究は、水野ほか日本フェルミチームを始めとするフェルミコラボレーションによる共同研究です

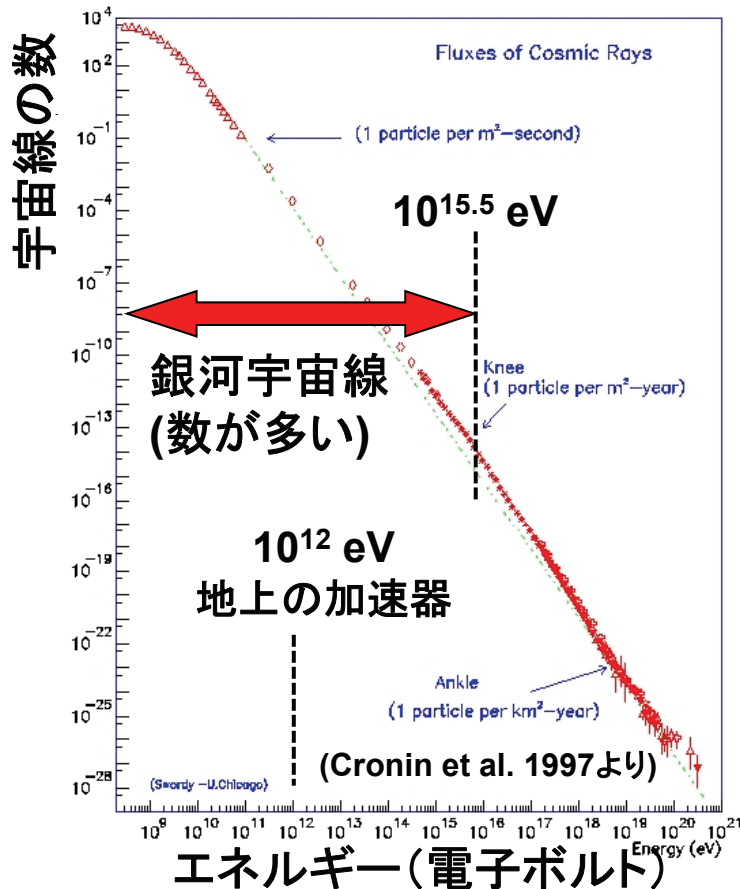
### 概要:

- 地球には、宇宙空間から高いエネルギーを持った粒子が降り注いでおり、**宇宙線**と呼ばれます。宇宙線は我々の銀河の主要な構成要素の一つであり、銀河のどこにどれだけ存在しているかを調べることは重要です。
- 我々はフェルミ衛星を用いて、太陽系より外側の領域を、距離にして1万光年以上先まで過去最高の感度で観測しました。予想より強いガンマ線が検出され、**我々の銀河が外側まで、高いエネルギーの宇宙線で満ちている**ことが分かりました。

# 宇宙線とは

## • 宇宙線とは:

- 宇宙空間をほぼ光の早さで飛び交う高エネルギー粒子の総称
- 1912年にHessにより発見された. (1936年にノーベル賞受賞)
- 地表でも, 手のひらを1秒に1個程度の頻度で突き抜ける. (身近な存在)



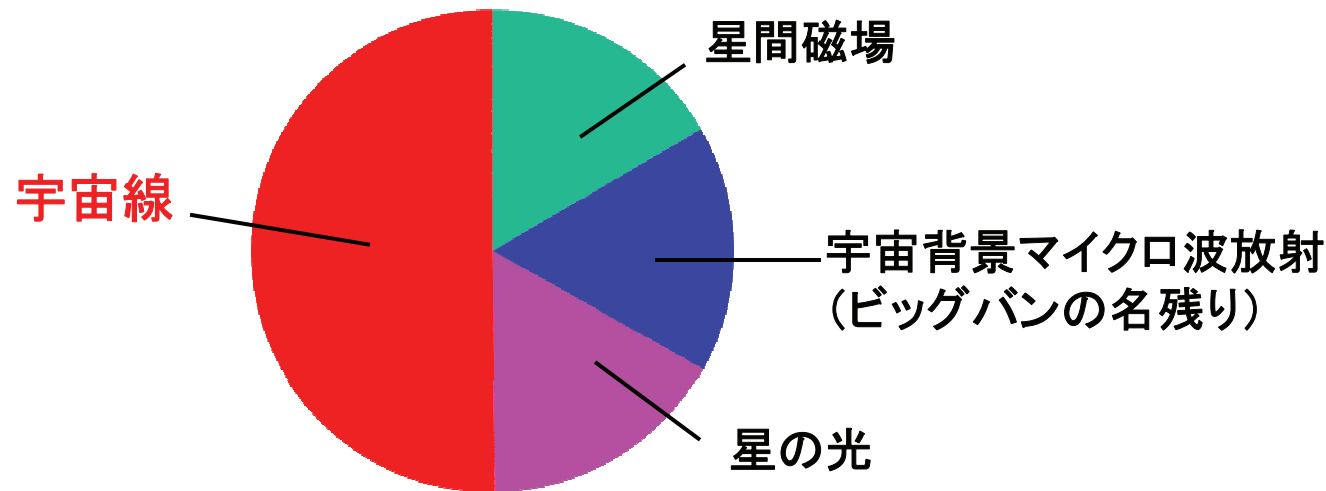
## • 宇宙線の特徴:

- 地上の加速器で実現された物をはるかに上回る, 高いエネルギーを持つ粒子が存在
- 比較的低いエネルギーの宇宙線はとても数が多い

# 宇宙線研究の意義

- 宇宙線は高いエネルギーを持ち、また銀河系の主要な構成要素の一つ。宇宙線研究は、宇宙物理学的には2つの大きな意義を持つ
  - 宇宙線を生み出す天然の加速器は何か？ (超新星残骸W28の研究)
  - 我々の銀河系内にどう分布しているのか？ (本研究)
- しかし我々が直接観測できるのは、地球に届いた宇宙線のみ。星間磁場により向きが曲げられるため、どこから来たのかを知ることができない。銀河系内の宇宙線分布を調べる別の手段が必要 => ガンマ線観測

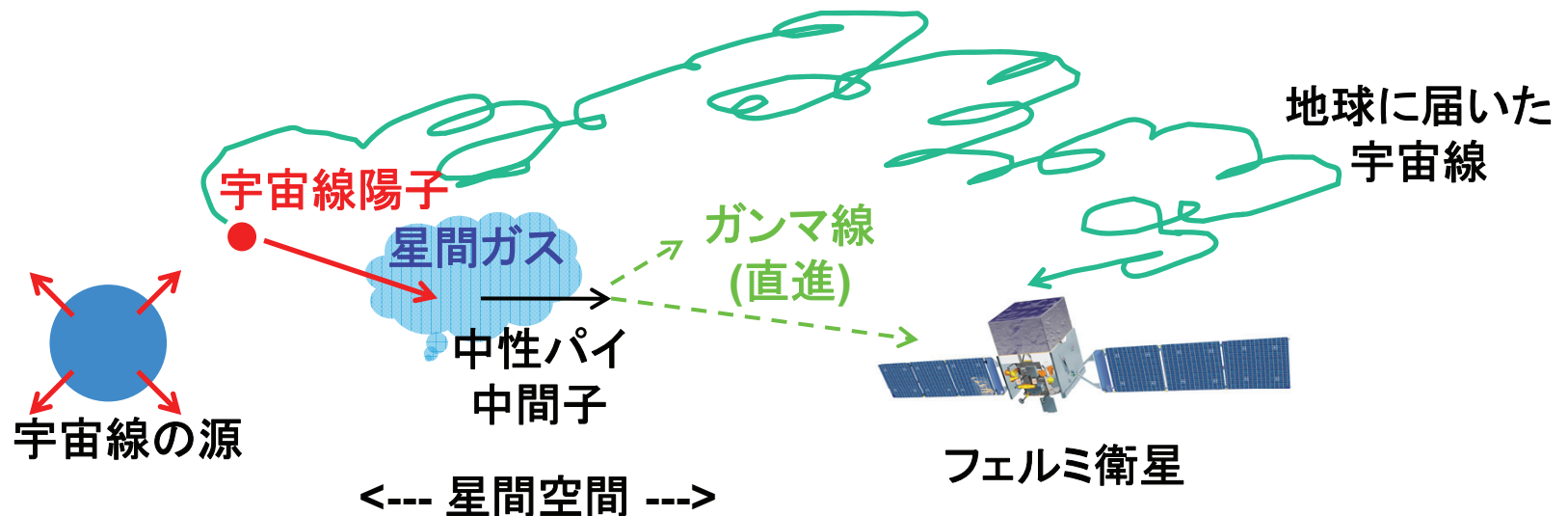
星間空間における総エネルギー（相対値）



# ガンマ線観測による宇宙線研究

- 星間空間は, 新たな星を作る材料である星間ガスで満たされている.
- 高エネルギーの宇宙線陽子は, この星間ガスと衝突して核反応を起こす (加速器実験の宇宙バージョン)
  - このとき生成された中性パイ中間子 (日本初のノーベル賞受賞者, 湯川秀樹が予言したパイ中間子の一種) は, 高いエネルギーの光である**ガンマ線に崩壊**する.

ガンマ線観測は, 直接観測の不可能な銀河宇宙線の分布を調べる強力な手段なのです



# 最新鋭のガンマ線衛星「フェルミ衛星」

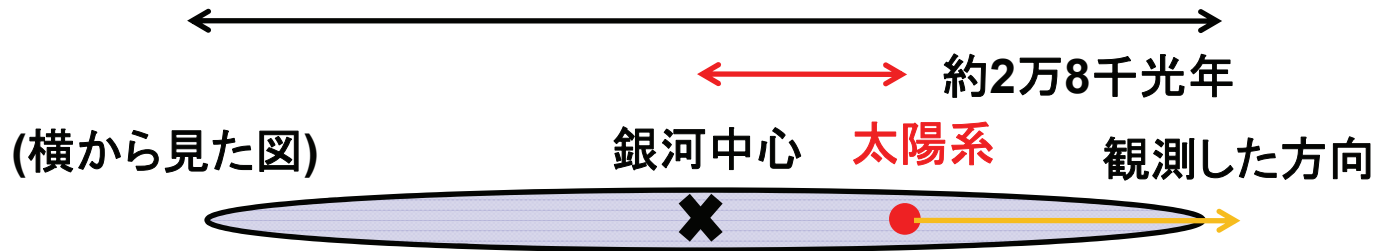
- フェルミ衛星は、日米欧の国際協力からなるガンマ線衛星で、日本の誇る半導体技術を駆使した装置を搭載。この貢献に対しNASAから昨年、広島大学宇宙科学センターのセンター長である大杉に感謝状が贈られる。
- 広島大学を中心とする日本グループは、気球による実証実験、装置の開発、衛星の運用などに一貫して貢献。水野は2000年より参加。
- ガンマ線は、宇宙線の主成分である陽子を作る。(X線や電波観測は主に電子)



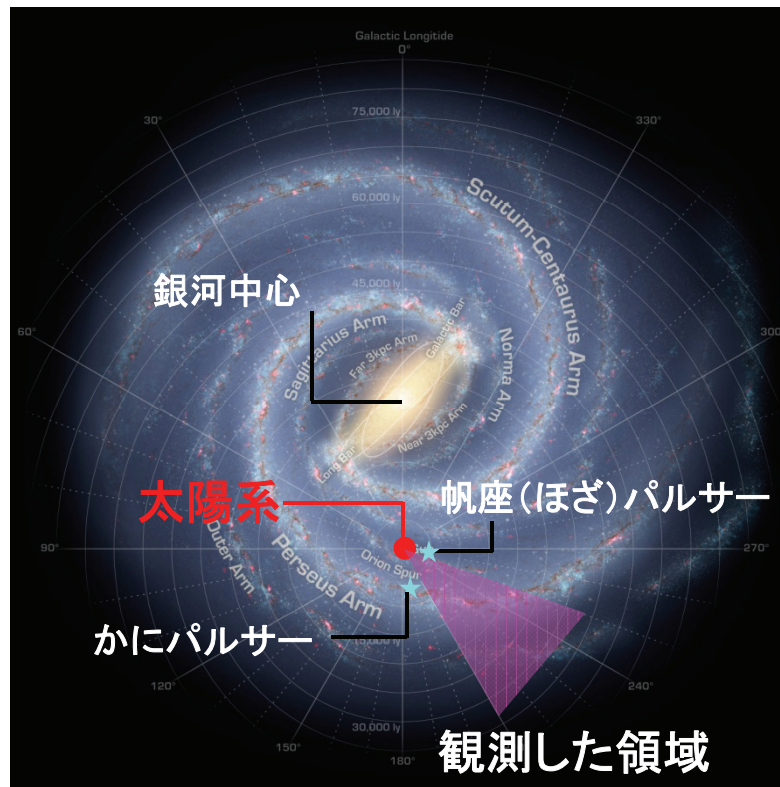
# ガンマ線で見た銀河宇宙線の姿 (1)

## 銀河系の概念図

直径約10万光年の円盤



(上から見た図)

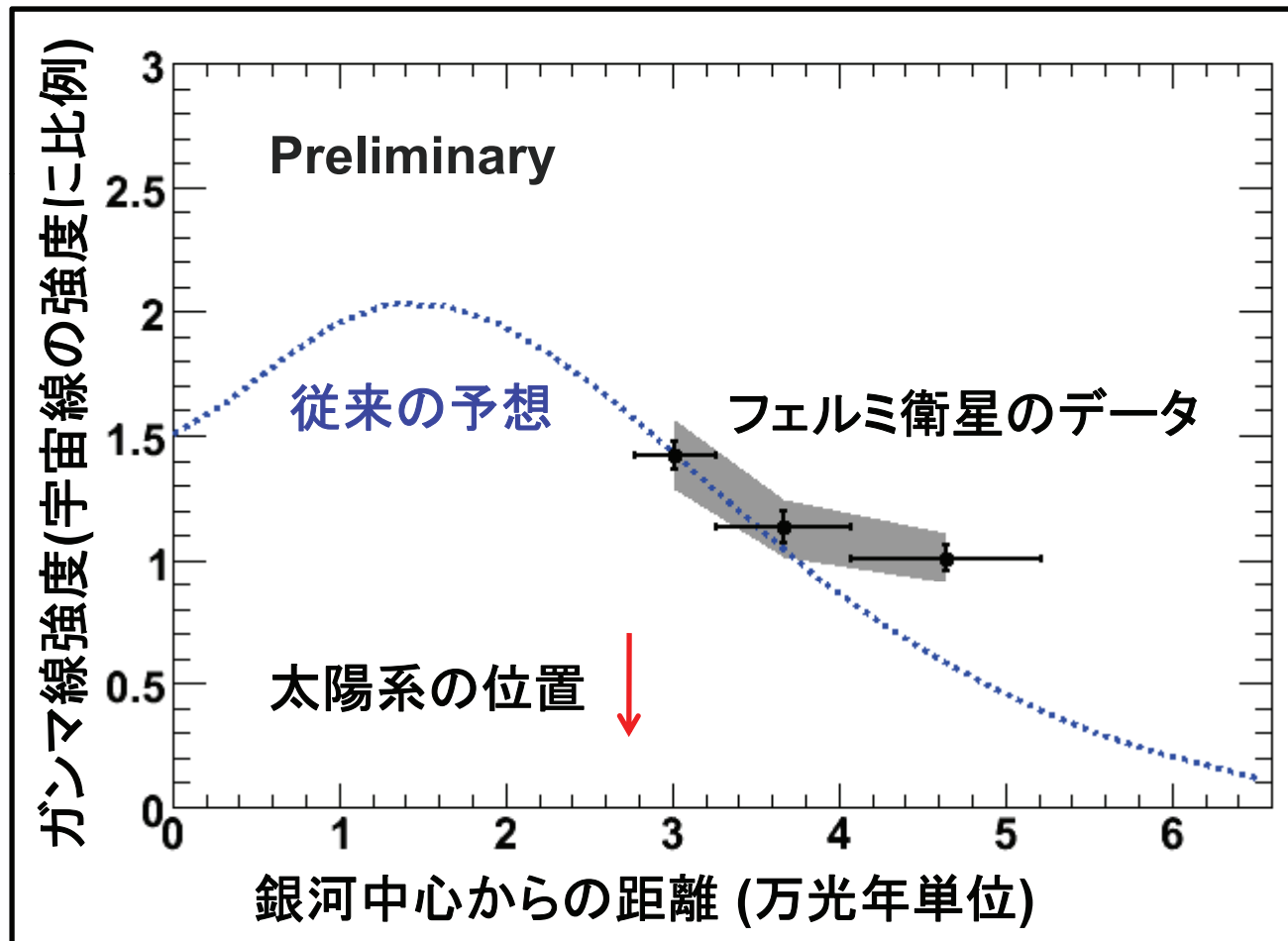


- 三角形で示した領域を過去最高の感度で観測
- ガンマ線で明るい天体に邪魔されず、銀河の端まで見通せる
- 宇宙線源の候補天体は銀河の中心に多いため、銀河の外側で宇宙線強度は急激に下がると考えられてきた

背景の銀河系のイメージ(想像図)は NASA/JPL-Caltech作成の物を使用

# ガンマ線で見た銀河宇宙線の姿(2)

- ガンマ線を用いて, 銀河系の外側の領域を距離にして1万光年以上先まで過去最高の感度で見通した結果, **予想に反してガンマ線が銀河の外側でもあまり弱くならないことが分かった.** => **銀河の外縁部まで, 高エネルギー宇宙線が満ちている.**



# まとめ

- 宇宙空間から地球に降り注ぐ高エネルギー粒子を総称して宇宙線と呼ぶ。その起源と銀河系内での分布は、現代宇宙物理学の主要なテーマ。
- ガンマ線観測により、直接観測ができない銀河宇宙線(特に主成分である陽子)の分布を調べることができる。
- 我々はフェルミ衛星を用いて、銀河の外側の領域で**予想に反してガンマ線があまり弱くならない**ことを見出した。
- このことから、我々の銀河が外側まで**高いエネルギーの宇宙線で満ちている**ことが分かった。
  - 今まで考えられていたよりも多くの宇宙線源が銀河の外側に存在する、あるいは加速源から星間空間への宇宙線の広がり方が予想より大きいことを意味すると考えられる。
- 今後も観測を継続し、また銀河系内の他の領域と比較することで、我々の銀河の宇宙線の姿を明らかにしていきたい。