

2番目は、これまでに知られていない天文現象やメカニズムが発生源であるという説です。アマテラス粒子に匹敵する超高エネルギーを発生させることは、例え最大規模の超新星爆発であっても困難です。このため、全く知られていない未知の天文現象であったり、あるいは高エネルギーな天文現象での粒子の加速条件の理解が不足しているために、発生源が謎になってしまっていたりするという可能性は十分にあります。

3番目は、暗黒物質が崩壊したことによって発生したという説です。宇宙の物質の約8割を占める暗黒物質の正体として、非常に重い粒子でできているという仮説があります。この粒子が崩壊すれば、超高エネルギー宇宙線を生み出すことが可能です。この場合、超高エネルギー宇宙線を生み出すために極端な粒子加速の場を用意する必要がなく、天体の有無とも無関係となるため、観測方向の謎も解決します。また、暗黒物質は光子や磁場と相互作用しないため、GZK限界を無視して地球の近くまでやってくることも可能と、様々な問題を解決します。しかしそれは、暗黒物質が予想通りの性質を持つことに依存した説であり、暗黒物質の正体が全く分かっていない現時点では証明不可能な説です。

この研究に参加しているユタ大学のJohn Belz氏は、アマテラス粒子の発生源について「時空構造の欠陥、または宇宙ひもの衝突で発生した可能性がある」と述べています。これは発生源が時空の欠陥や宇宙ひもであると真面目に予想しているのではなく、あまりにも説明が付かないために「クレイジーなアイデアをただ吐き出しているだけ」と、ジョークの文脈として言及したものです。それほどまでにアマテラス粒子の発生源は研究者を悩ませています。

アマテラス粒子のような宇宙線の検出はこれから拡大する予定

アマテラス粒子の検出は、超高エネルギー宇宙線の起源についての謎を深めたと言えます。現状の望遠鏡アレイ実験のデータでは、先述のいずれの説を肯定・否定することはできないため、超高エネルギー宇宙線についてより詳しく知るためには、さらなる観測が必須となります。

望遠鏡アレイ実験では、500個の新しい粒子検出器を配置し、検出可能な面積を今の4倍の2,900

平方kmに拡大する「TA×4実験」を準備しています。実験の体制が整えば、これまでの4倍の感度で超高エネルギー宇宙線を捉えることができるようになるため、アマテラス粒子やオー・マイ・ゴッド粒子に匹敵、または超える宇宙線の観測例も増える可能性があります。また、個々の超高エネルギー宇宙線が陽子でできているのか、それとも重い原子核でできているのかを、よりはっきり解析することも可能になるでしょう。

超高エネルギー宇宙線の起源は、現代宇宙論にまつわる様々な謎に絡んでいるため、起源の解明の研究は宇宙の謎を解くための重要な手掛かりとなります。アマテラス粒子の観測の重要性は、信号の発見者の藤井俊博氏が詠んだ句によって端的に説明されています。

『あまてらす まだ観ぬ宇宙の みちしるべ』

参考文献

- 1) Telescope Array Collaboration. "An extremely energetic cosmic ray observed by a surface detector array". Science (2023)
- 2) 大阪公立大学. "望遠鏡アレイ実験史上最大のエネルギーをもつ宇宙線を検出" (2023)
- 3) Lisa Potter. "Telescope Array detects second highest-energy cosmic ray ever" (2023)
- 4) 藤井俊博氏のX (旧 Twitter)

出典・元記事

sorae 宇宙へのポータルサイト (<https://sorae.info/astrometry/20231127-amaterasu-particle.html>)