

この発表は、電磁波であるガンマ線の偏光観測という過去にほとんど例の無い観測手法によって、宇宙最大の爆発である「ガンマ線バースト」の放射メカニズムを解明したという内容です。ガンマ線の偏光を検出できたため、**光速の99.99%もの速度で飛び出したジェットには強磁場が存在し、その中でガンマ線が作られている**と結論づけられそうです。解像度の高い図・写真等がありますのでご利用ください。

<http://astro.s.kanazawa-u.ac.jp/~yonetoku/gap/asj-press/>

## 1. ガンマ線バースト現象の謎

ガンマ線バースト(GRB)とは、100億光年以上先の初期宇宙から数10秒間という短時間にだけ大量のガンマ線が飛来する現象です。ガンマ線の総エネルギーは超新星爆発をはるかに凌ぐような、宇宙最大の爆発現象と認識されています。最近、このGRBという現象がとても注目されています。この10年間の学術的進歩が著しいだけでなく、GRBは一瞬だけではありますが非常に明るく輝くので、はるか昔の初期宇宙を見渡せる可能性があるからです。

しかし、そのような膨大なエネルギーをガンマ線放射として解放する物理過程は、観測的に突き止められていません。さまざまな観測から、ジェット状にエネルギーが噴き出していることはわかってきましたが、肝心のガンマ線を作り出すプロセスについては不明な点が多いのです。多くの研究者は、ジェット内部に強磁場が存在し、そこに電子が絡みついてガンマ線を作り出すシンクロトロン放射を考えています。本当にこのようなメカニズムがはたしているのならば、ガンマ線光子は強く偏光しますので、**ガンマ線偏光を検出するがGRBの放射機構に迫る最後の手段と考えられています**。

これまでのGRB観測では、(1)発生した方向、(2)ガンマ線強度の時間変化、(3)ガンマ線エネルギー、という3種類の物理量を観測していましたが、もう一つの重要な情報である「偏光」を観測することで、全く新しい切り口で放射メカニズムに迫ることができるわけです。もしGRBからの偏光を検出できれば、理論的に考えられているような磁場の存在を立証できますので、放射メカニズムを知ることができます。これは、これまでに行われていた3種類の測定では出来ない、偏光観測の大きな特徴と言えます。

(「偏光」については補足資料に説明してありますのでご覧ください)

## 2. ガンマ線バースト偏光検出器 (通称: GAP)

金沢大学・山形大学・理化学研究所のグループは、ガンマ線バーストの偏光を観測できる装置を開発し、2010年5月21日に打ち上げられた小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」に搭載しました。IKAROSは差し渡し20mにもおよぶ大きな帆を展開し、太陽光圧を利用して推進する宇宙ヨットです。打ち上げから半年で金星へたどり着き、現在も宇宙を航行しています。

図1に示すガンマ線バースト偏光検出器(通称: GAP)は、直径17cm、高さ17cm、重量3.7kg、消費電力5Wという小さな装置ですが、ガンマ線の偏光を測定する機能を有した世界的に見ても大変ユニークな観測装置です。ガンマ線は偏光方向と垂直に散乱しやすいという性質があるため、その散乱角度分布を測定できるようになっています。



### 3. ガンマ線バーストの偏光観測

IKAROS が地球から金星へ向けて航行している最中の 2010 年 8 月 26 日に、非常に明るいガンマ線バースト(GRB100826A)を検出しました。図 2 は、ガンマ線強度の時間変化を示した図です。前半に大きなパルス、後半に小さなパルス群があるため、前半と後半に分けて偏光解析を行いました。

図 3 が偏光の測定データになります。パルスの前半も後半も、緩やかな M 字型の散乱強度分布をしていて、ガンマ線が偏光していることがわかります。面白い点は、前半と後半で山と谷の位置が変化しているため、偏光方向が変わった(磁場の向きが変わった)と考えられます。詳しい統計解析から、偏光度は  $27 \pm 11\%$  で偏光検出の信頼度は 99.4% となります。偏光方向の変化は 99.9% の信頼度となります。

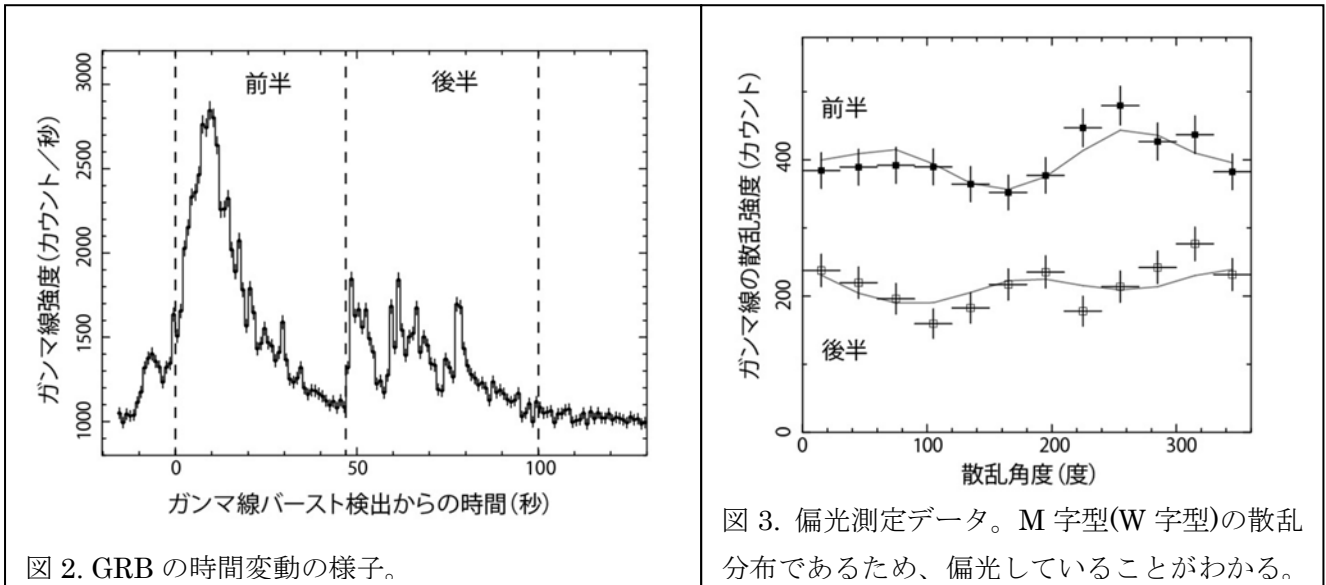


図 2. GRB の時間変動の様子。

図 3. 偏光測定データ。M 字型(W 字型)の散乱分布であるため、偏光していることがわかる。

### 4. 観測結果から考えられるシナリオ

(1) 重い星が超新星爆発を起こしてブラックホールが誕生すると、中心からほぼ光速のジェットが飛び出す。

(2) 「**ガンマ線の偏光が検出された**」ことから、ガンマ線放射領域には数万ガウス程度によく揃った磁場が存在していると考えられます。図 4 のジェット内部の赤色の線は強い磁場を表現したものです。

(3) 「**偏光方向が短時間で変化した**」ことから、ジェット内部にはガンマ線を作り出す領域がいくつか点在していて、それぞれの磁場の向きは異なっていると考えられます。

(4) 電子・陽電子が強磁場に絡みつくことでガンマ線を作り出していると考えるのが自然です。

専門用語でシンクロトロン放射と言います。



図 4. GRB の想像図。いくつかの強磁場放射領域が存在し、その中で電子が磁場に絡みついてガンマ線を作り出していると考えられます。

以上のように、今回の GAP によるガンマ線の偏光観測と、これまでの観測事実を総合すると、

**宇宙最大の爆発「ガンマ線バースト」は強磁場を持った幾つかのジェットからの放射である**

と考えられます。ガンマ線バーストの大きな謎のひとつに、重要な示唆を与えることができました。