

連載

宇宙を観じる生活を！ (31)

～黄華堂ブログ～

黄華堂 (代表：有本 淳一、ブログ編集長：山道 千賀子、小林 弘)

1. はじめに

黄華堂は「子どもたちに本物の星空を！」をモットーに、関西を中心に観望会などの活動をしているボランティアグループです。観望会以外にも、1人でも多くの人に星を見てもらうきっかけになるように、黄華堂ブログ[1]として、星空案内や天文に関する情報をご紹介します。また、ブログの更新はTwitter[2]・Facebook[3]にて通知しています。

番近くなるのは次のうちどれでしょう？

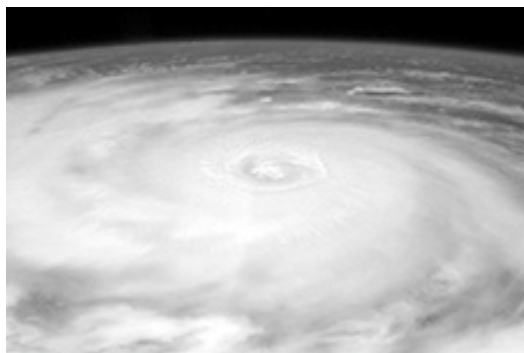


図1 台風16号[4]

2. 黄華堂ブログの内容

それまではメールマガジンとして発行していたものを2014年4月から黄華堂ブログとして更新しています。今回はその中から「黄華堂検定～宇宙の渦～」そして、重力波というタイムリーな話題に焦点を当てた「あなたの知らない宇宙～ついに検出！重力波～」の2つの記事をご紹介します。

- (あ) 木星にあるエウロパ衛星の2倍
- (い) 月の10分の1
- (う) 冥王星の半分

(2) 渦巻き銀河

私たちの住む天の川銀河は渦を巻いた円盤形状をしています。図2は国立天文台のページにある、天の川銀河の想像図です。

2.1 黄華堂検定 Vol.92

～宇宙の渦～

梅雨が明けるか明けないかの瀬戸際の時期となりました。梅雨といえば、あじさい・かたつむり…。かたつむりといえば『渦巻き』ですね。今回は『宇宙の渦』というテーマで出題します。

(1) 宇宙から見た台風

昨年夏に油井宇宙飛行士が国際宇宙ステーションから撮影した台風16号の写真をTwitterに投稿しました([4]、図1)。この台風は強風域半径が600kmにもなる、大型の台風でした[5]。では、この台風の大きさに一

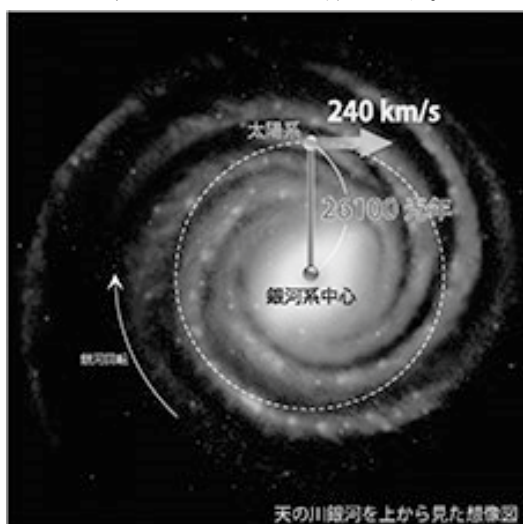


図2 天の川銀河[6]

では、渦巻きを作っている白っぽく描かれた部分は何でしょうか？

- (あ) 水や水蒸気や氷
- (い) 恒星
- (う) 岩石や塵

(3) 降着円盤

みなさんはブラックホールをご存知でしょうか？強い重力によって光さえも吸い込んでしまうために真っ黒で、宇宙に穴があいているかのように見える天体です。穴があいているかのように「見える」と書いてしまいましたが、実はまだ誰もこの穴を見たことがありません。この穴を初めて観測するために、現在『事象の地平面望遠鏡 (Event Horizon Telescope)』という、地球上に散らばっている電波望遠鏡を組み合わせた観測網が稼働しています。

では、暗い宇宙の中でどうやって黒い穴を見るのでしょうか？実はブラックホールの周辺には降着円盤と呼ばれるガスの流れがあり、そのガスが明るく光のを観測することで、中心の穴を見ることができます。図3のように、ガスは渦を巻いて輝きながら、ブラックホールへと落ちていきます。



図3 ブラックホール[7]

前置きが長くなってしまいましたが、ここで問題です。降着円盤のガスは100万度を超えるのですが、何故そんなに高温なのでしょう？

- (あ) ガスが可燃性で、燃えているから
- (い) 核分裂が起こっているから
- (う) ガス同士がこすれて、摩擦熱が発生しているから

☆ 答え ☆

- (1) : (う)
- (あ) 木星にあるエウロパ衛星の2倍：エウロパ衛星の直径は3200kmなので、2倍にすると6400km。
- (い) 月の10分の1：月の直径は3500kmなので、10分の1にすると350km。
- (う) 冥王星の半分：冥王星の直径は2400kmなので、半分にすると1200km。

台風の直径1200kmと比べると、正解は「冥王星の半分」でした。

- (2) : (い)

渦巻きの部分は銀河の腕と呼ばれています。ここはたくさんの星が集まって明るく輝いている部分です。

- (3) : (う)

降着円盤では、内側ほど回転速度が速くなっています。そのため、内側と外側で速度差が生じ、摩擦が起こって、熱が発生しているのです。

(黄華堂ブログ 6月14日更新：田崎)

2.2 あなたの知らない宇宙

～ついに検出、重力波！～[8][9][10][11]

「重力波を直接検出！」2016年02月12日(日本時間)、衝撃的なニュースが全世界を流れました。筆者は、たまたま乗船していたとき船上ニュースに触れ、興奮のあまり思わず「おおお～」と唸ってしまったことを記憶しています。本稿では、重力波の検出の衝撃が少しでも伝わればと思います！

そもそも重力波とは何なのでしょう？一言で表現するとすれば「時空の歪みが伝わる波」と言えます。例えば、お風呂に張ったお湯に水滴が落ちた時に生じる波紋を考えると、水滴によって発生した揺らぎが、水面上の上下振動として、水面を伝わる現象と言えます。同様に考えると、重力波は、非常に強い重力源によって発生した揺らぎが、時空の歪みとして、時空を伝わる現象と言えます。重力波の発生源となりうる非常に強い重力源としては、中性子星やブラックホール等の合体が候補として挙げられてきましたが、つい最近まで重力波による時空の歪みの時間変動を捕えることはできていませんでした。

ところが、2015年09月14日(日本時間)、そのとき歴史が動きました。何と米国の LIGO [注釈 1] と欧州の VIRGO [注釈 2] という 2つの重力波望遠鏡で同時に、時空の歪みの時間変動を捕えたのです。この時間変動のパターンを解析したところ、太陽質量の約 30 倍という大質量のブラックホール連星系の合体によって生じた重力波であることまで分かってしまいました。[12]

さて、いよいよ重力波の直接検出が物理学・天文学に与えたインパクトについて語り尽くしたいと思います。重力波の検出という 1つの観測結果で、思いっただけでノーベル賞級の衝撃が、何と 4 つもあります。

(1) 「4 つの力」の 1 つである重力を伝搬する波動を発見したことの衝撃！

現代物理学において、自然界には「電磁気力」「弱い力」「強い力」「重力」の 4 種類の力しかないと考えられています。重力を伝搬する波動である重力波が初めて見つかったことは、現代物理学にとって非常に重要な発見です。電磁気力を伝搬する波動である電磁波(光)

を発見したのに相当するインパクトがあります。

(2) 時空の歪みが伝わることを実証したことの衝撃！

アインシュタインの一般相対論は非常に洗練された理論ですが、数学的な美しさから導かれた要素が強く、実証されていない部分が非常に多く残っているという側面もあります。時空の歪みが伝わる現象である重力波はアインシュタインの予言であり、重力波の検出により、唯一の重力理論である一般相対論が机上の空論から完全に脱却したと言えると思います。

(3) ブラックホール合体の現場を直接検出したことの衝撃！

今まで人類はブラックホールを直接観測する手段を持っていませんでした。というのもブラックホールは非常に重力が強く、光も抜け出すことができないため、光による直接観測は原理的に不可能であるからです。重力波の検出により、人類はブラックホールの謎に直接迫る権利を初めて得られたのです。

(4) 重力波からブラックホール質量まで決定できたことの衝撃！

観測された重力波の時間変化パターンを一般相対論に基づいたブラックホール連星系の合体の理論モデルと比較することで、ブラックホールの質量まで決定できてしまいました。恒星の色から質量を求めるように、重力波からブラックホールの物理状態を明らかにするプロセスは天文学そのもので、重力波を用いた天文学が夜明けを迎えたと言っても過言ではないと思います。

1915年の一般相対論の発表から 100年後、重力波の直接検出により、人類の宇宙への理

解は次のステージに到達したと言えると思われます。「2015年」は、重力波天文学の幕開けという歴史的な年として、後世にまで語り継がれるでしょう。

(黄華堂ブログ 6月23日更新:住吉)

注 釈

[1] LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) :

米国のレーザー干渉型重力波望遠鏡。1辺が4kmのL字型をした巨大なレーザー干渉計。2台の望遠鏡から構成され、1台はルイジアナ州リヴィングストン、もう1台は3000km以上離れたワシントン州ハンドフォードにある。レーザーの干渉パターンにより 10^{-19} %以下という僅かな空間の伸縮を検出することができる。

[2] VIRGO :

欧州のレーザー干渉型重力波望遠鏡。1辺が3kmのL字型をした巨大なレーザー干渉計。ピサの斜塔で有名なピサ近くのカシーナにある。

文 献

[1] 黄華堂ブログ

<http://oukado.jugem.jp>

[2] 黄華堂 Twitter

<https://twitter.com/oukado>

[3] 黄華堂 Facebook

<https://www.facebook.com/pages/黄華堂/277236582327100>

[4] 油井亀美也氏 Twitter

https://twitter.com/astro_kimiya/status/633818259389812736?lang=ja

[5] 気象庁 過去の台風資料

<http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/index.html>

[6] 国立天文台 VERA プロジェクト

<http://www.miz.nao.ac.jp/vera/content/pr/pr20120925/c01>

[7] NASA / JPL-Caltech web サイト

<http://www.nasa.gov/centers/jpl/news/nustar20130227.html>

[8] LIGO の仕組み

<https://www.ligo.caltech.edu/page/ligo-info>

[9] LIGO Web Page

<https://www.ligo.caltech.edu/detection>

[10] VIRGO Web Page

<http://www.ego-gw.it/public/virgo/virgo.aspx>

[11] 国立天文台 LIGOによる重力波の直接検出について

<http://www.nao.ac.jp/news/topics/2016/20160212-gw.html>

[12] LIGO の重力波検出

<https://www.ligo.caltech.edu/image/ligo20160211a>



山道 千賀子



小林 弘