

報告**ふれてサイエンス&てくてくテクノロジー****～金沢大学理工学域 秋のオープンキャンパスでの試み～****長尾枝里子（金沢大学理工学域）、渡會兼也（金沢大学附属高等学校）****1. はじめに**

2011年11月5日に金沢大学理工学域の秋のオープンキャンパス「ふれてサイエンス&てくてくテクノロジー」が開催されました[1]。理工学域の研究室・学生グループが用意した、身の回りの科学から普段体験できない科学を「見て・ふれて・体験する」ことを通して、一般の方に科学に親しみを持ってもらうと同時に、理工学域の研究教育活動を紹介することを目的にしています。また、現役大学生だけでなく、大学の先生とも直接話すことが出来るので、進路選択を控えた高校生にとってもおすすめの企画です。例年2000人を超える参加者があります。

今回私たち宇宙物理学研究室は「重力レンズ効果」をメインの題材に設定し、そこから「ダークマター」と2011年のノーベル物理学賞の加速膨張の原因である「ダークエネルギー」を紹介する目的で出展しました。重力レンズを扱う企画にするきっかけは、筆者（長尾）が金沢大学附属高校で教育実習を行った際の指導教官が共著者の渡會であったことです。長尾は渡會が過去に重力レンズを使った様々な企画を手がけていたことを知り、その企画のノウハウを研究室に持ち帰り、今回の企画を行うに至ったのです。

重力レンズの仕組みを理解するには、「重力によって空間が歪み、歪んだ空間を光が進むと光が曲がる」ということを理解しなければなりません。小中学校では「光は真っ直ぐ進む」と習うため、「光が曲がる」ということは容易には受け入れられない内容だと思います。今回はこれらのことを、大人や高校生はもち

ろん、感覚的でもいいので小中学生にも理解してもらおうことを目指しました。

2. 当日の演示

テーマごとにブースを設け、順に回って体験しながら説明を聞くことで「重力とは何か」「重力レンズ効果とは何か」を理解してもらいました。

2.1 重力の正体

コンピュータで作った重力場のイメージ図は見かけることがあると思いますが、今回はその様子を実際に目で見てもらうために、輪ゴムネット（図1）を作りました。重力の正体を知り、重力で光が曲げられてしまうことを伝えます。ゴムネットの中心付近に重いものを乗せると、ゴムが伸びて面は歪みます（今回は水風船を乗せました）。これを空間の歪みと解釈してもらいます。ゴム面上の水風船の周りに水風船より軽いもの（今回はビーチボール）を転がすと、水風船を中心にビーチボールは回転します。ビーチボールは空間に沿って進むため、今回のようにその空間が歪んでいれば曲がって進みます。光をビーチボールだと考えると、光にも同様のことが言えます。強い重力によって空間が歪んでいるとき、空間に沿って進む結果、光が曲がります。これが「重力で光が曲がる」ということだと説明しました。

この説明に大人はみな真剣に耳を傾けてくれました。輪ゴムネットを用いた実験は、自分が理解したあとさらに噛み砕いて子どもに説明してくれる親が多かったように思います。しかし子どもの興味は輪ゴムネットでビーチ

ボールを弾ませるところにあったようです（水風船を投げられた時はヒヤヒヤしました）。子どもが本当にこの装置の意味を理解することは難しいと思いましたが、この装置を使えば物体があると周りの空間が歪むことをイメージしやすくなると思います。

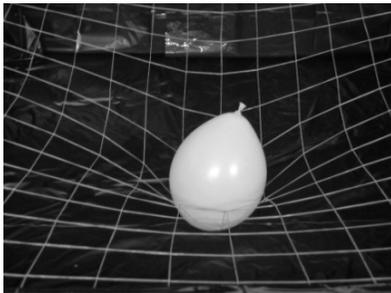


図 1 重力場を理解するための実験装置。上段は輪ゴムネットで、中段はその拡大図。水風船を乗せると輪ゴムが伸び、格子が歪む。下段は重力場イメージ装置で実験する様子。

2.2 重力レンズ効果

次に、重力レンズ効果を受けた銀河団の写真（図 2a）を見せ、銀河が長く伸びアーチ型になっていることに気づいてもらいます。

そして、なぜこのようなことが起こるのか、図 2b を用いて重力レンズ効果の仕組みを説明しました。この際、先に説明した「重力で光が曲がる」という部分が生きてきます。光源となる天体から出た光が観測者の間にある銀河などが作る重力場によって曲げられ、その結果、私たちの目には本来の天体の位置とはずれた場所にニセの像（虚像）が見える、と説明しました。

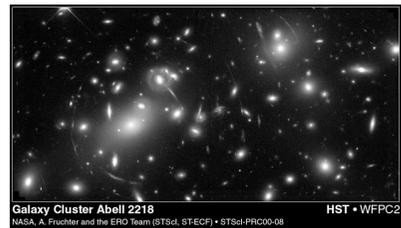


図 2a ハッブル宇宙望遠鏡が撮影した重力レンズ効果を受けた銀河団の写真[2]

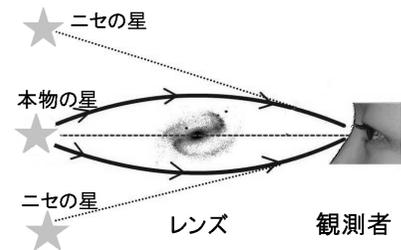


図 2b 重力レンズ効果の説明に用いた図[3]

仕組みを知ってもらったところで、実際に重力レンズの曲がり具合を再現出来るアクリルレンズに触れてもらいました[4]。直径 7mm の「●」と様々な明るさや大きさの銀河団の写真を A4 の紙に用意し、掲示したポスターには「●」をのぞいて作る事の出来る形「ドーナツ型」「アーチ型」「クローバー型」の写真と、ハッブル宇宙望遠鏡で撮影された重力レンズ天体の画像（図 3）を載せました。これらの像を作ってみよう！と促し、重力レンズで遊んでももらいました。

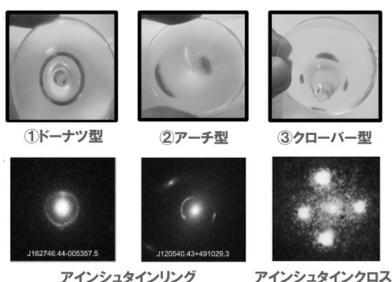


図 3 重力レンズ効果の仕組みを説明したポスターに載せた図。上段は筆者が作ってデジタルカメラで撮影した画像。下段はハッブル宇宙望遠鏡で撮影された重力レンズ効果を受けた天体の画像[5][6]。



図 4 アクリルレンズを使って重力レンズの像を確認する子どもたちの様子(上)。重力レンズの仕組み(大人向け)を説明しているところ(下)。

子どもは、重力レンズで遊ぶときはとにかく楽しそうでした。メガネとは違う不思議なレンズで見える世界に皆夢中でした。ポスターで見せた3種類の形のうち、ドーナツ型とアーチ型はすぐに作れたようですが、クロー

バー型は難しかったようです。

子どもたちには、なぜこのような見え方をするのか、ということよりも、よくわからないが不思議な像が見える！という部分に興味集中していたようです。しかし、重力レンズ効果を受けた銀河の写真を見せたとき、不自然に曲がった銀河に最初に気がつくの親ではなく子どもだったので、宇宙では不思議なことが起きているんだな、くらいは感じてもらえたのではないかと思います。

2.3 重力レンズシュミレータ

重力レンズシュミレータは京都産業大の米原氏が制作したものを使用しました[7]。ビットマップ画像をシュミレータで読み込み、マウスで重力レンズを置く場所を決定すると、瞬時に光の曲がり具合を計算して、レンズ画像を表示することが出来ます。天体の写真を初め、スカイツリーや兼六園など、レンズ効果が起きていることがわかりやすい風景画を用意しました。スクリーンに映し出し、多くの人に見てもらいました。歪んだ風景の写真は珍しいものだったようで、大人も子どもと一緒に楽しんでくれました。石川県ということもあり、兼六園の写真は人気がありました。

3. 準備したものと作り方

3.1 アクリル製重力レンズ

渡會が以前の企画で作ったアクリル製重力レンズを元に、シリコンで型を作り、その型にアクリル樹脂を流し込みました。合計で65個のアクリル製重力レンズを作りました。作り方の詳細は文献[4]を参照して下さい。

3.2 輪ゴムネット

【材料】

輪ゴム、木材、釘、フック状のネジ、黒ポリ袋、両面テープ

【作り方～輪ゴムネット】

- (a) 2つの輪ゴムを図のようにつなぎます。つなぎ目がゆるいと元に戻ってしまうので、輪ゴムの色が白く変わるまでしっかりとつなぎます(図5上)。
- (b) 先ほどと同様に輪ゴムをつなぎます。今回はゆるめにつなぎます。輪が見えるようにします(図5上)。
- (c) (b)で作った輪の中に(a)を通します。つなぎ目同士が重なったら、(b)の輪ゴムでしっかりと固定します(図5下)。
- (d) (a)～(c)の作業を基本とし、必要な大きさまでつなぎます(図6上)。(a)(b)を必要な分だけ用意し、まとめて(c)の作業をすると効率がいいです。

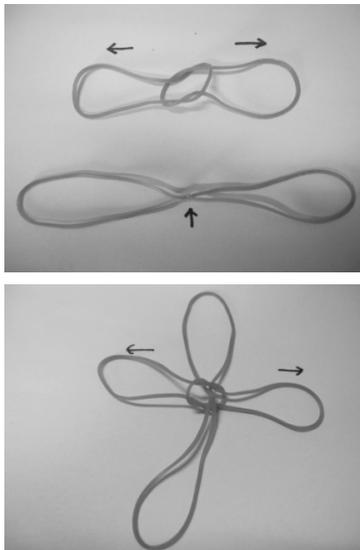


図5 輪ゴムのつなぎ方。

【作り方～木枠～】

- (a) 木材にフックを取り付ける部分に印をつける。
- (b) 木材を組み、釘で固定する。
- (c) フックを取り付ける(図6下)。

【仕上げ】

- (a) フックにネットの端の輪ゴムを引っ掛ける(図7上)。

- (b) 黒ポリ袋で周りを覆い、両面テープで木枠に固定する(図7下)。

今回は、16×16の格子になるような輪ゴムネット(100cm四方)を作りました。木枠は140cm四方で作ったところちょうどよいサイズでした。

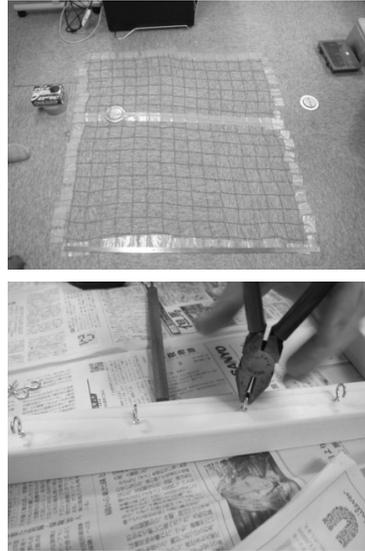


図6 上図は輪ゴムネットが完成したところ。テープで床に固定すると輪ゴムが安定し、作業がしやすい。下図はフックを木枠に取り付けているところ。



図7 上図は木枠にネットを張り終えたところ

ろ。下図は周りを黒ポリ袋で覆う様子。

4. 企画を終えて

物理を学んでいる私たちがおもしろいと感じることを、物理を学んでいない人・これから学ぶ人・物理を敬遠している人にも同様におもしろいと感じてもらふことの難しさを実感しました。しかし、それと同時にアプローチの仕方次第で面白さを伝えることが出来るということも実感しました。アプローチの仕方は対象や目的によって様々です。今回は、アプローチの方法として、タイムリーな話題を取り上げ、3次元化して実際に目で見てもらえるようなものを用意しました。その結果、難しい内容であっても、人は親近感を抱き興味をもって聞いてくれるということがわかりました。

また、大人と子どもでも興味を示す部分が違うこともわかりました。大人は本質を求め、子どもは現象を求める傾向にあったように感じます。私たちの企画ではどちらも兼ね揃えていたので、両者と同時に接して宇宙のおもしろさを伝えることが出来たと思っています。親子で楽しさ・おもしろさを分かち合う姿を見る機会にも多く恵まれました。

宇宙の分野は謎が多く、難しそうに聞こえる用語も多いので、敬遠されることもあります。実際に、「宇宙難しそう」と入口まで来て引き返す人もいました。しかし、なるべくそのようなイメージを与えないような工夫をしていくことが大切だと思いました。今回の企画がその一部となれば幸いです。

5. 最後に

今回の企画は、金沢大学理工学域数物科学類宇宙物理学研究室 15名で行いました。企画をするにあたり多くのアドバイスをくださった村上敏夫先生、藤本龍一先生、米徳大輔

先生、一緒に多くの準備をした4年生の小井教江さん、乗附未季さん、米持元さん、若島雄大さんをはじめ、研究室のみなさまに深く感謝いたします。

文 献

- [1] 金沢大学理工学域 ふれてサイエンス&てくてくテクノロジーのホームページ
<http://www.se.kanazawa-u.ac.jp/fureteku/>
- [2] 宇宙の暗黒物質の空間分布を初めて測定 “ダークマターの中で銀河が育つ” 銀河形成論を観測的に検証のホームページより
「重力レンズとは」 谷口義明 唐牛宏
<http://cosmos.phys.sci.ehime-u.ac.jp/~tani/Cosmos/PressRelease/lensing.html>
- [3] 大阪教育大学福江氏の銀河団のホームページより一部編集
<http://quasar.cc.osaka-kyoiku.ac.jp/~fukue/lecture/cosmo/cosmos/glens1b.jpg>
- [4] 渡會兼也, 樫田豪利, 米原厚憲 「重力レンズ効果を教えるための光学レンズの製作」, 物理教育, 第59巻第3号
- [5] Astro Arts のホームページ 「量」と 「質」の連携観測で続々と見つかるアインシュタイン・リング
http://www.astroarts.co.jp/news/2005/12/08/einstein_rings/index-j.shtml
- [6] HUBBLE SITE news center のホームページ
<http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/1990/20/image/a/>
- [7] 渡會兼也ら (2006) 「重力レンズで見たあなた！」 第6回こどものためのジオ・カーニバル活動報告, 天文教育, 3月号

長尾 枝里子(金沢大学理工学域4年生)
渡會 兼也(金沢大学附属高等学校教諭)