

報告

「重力レンズで見たあなた！」

第6回こどものためのジオ・カーニバルの活動報告

渡会 兼也、西山 晋史、川田 明寛、福江 純（大阪教育大学教育学部）
米原 厚憲（東京大学大学院理学系研究科）

私たちは、2005年11月5～6日に大阪市立科学館で開催された、第6回「こどものためのジオ・カーニバル」に重力レンズ現象を扱った出展を行ったので、その報告を致します。重力レンズ現象は、その見た目のイメージから、天文学者だけでなく一般の人をも惹きつける現象です。今回、ジオ・カーニバルでの私たちの活動報告とその反省点も述べるとともに、重力レンズ現象を教材として使う際の注意事項についても触れます。

1. はじめに

2005年11月5～6日に大阪市立科学館で開催された「こどものためのジオ・カーニバル」は、今回で6回目を迎えました[1]。この一般向け企画は、21世紀の地学教育を考える大阪フォーラムの主催で、将来を担う“こども”に実験や展示を通じて地学に関心を持ってもらうと同時に、現象を科学する姿勢を育成することが目的です。参加者は年々増加しており、2005年は2日間で延べ3000人近い参加者があったそうです。大阪教育大学天文学研究室と宇宙科学研究室は、毎年、学生さんを中心に人海戦術で3～4ブースを切り盛りし、天文教育普及活動を行っています。ここでは、著者の一人(渡会)が関わった企画についてのみ報告を行うことにします。

私たちのグループは“重力レンズ”で写真が撮れたらおもしろそうやな～、という単純な動機からスタートしました。重力レンズ天体の画像は20年以上前からありましたが、近年は、すばるやハッブル宇宙望遠鏡のきれいな重力レンズ天体のイメージギャラリーが増え、プロだけでなく一般の人でも楽しめるようになってきました(図1) [2, 3]。重力レンズ現象は、遠方銀河の探査やダークマターの質量を見積もる方法として天文学的に非常に重要

な役割を果たしていることが知られています。しかし、天文学を専門としない人たちにとっては、重力レンズ現象の知名度はかなり低いと思われ、一般向け解説書も一冊しかありません(福江純&山田竜也『重力レンズで探る宇宙』岩波科学ライブラリー) [4]。こういった状況で、私たちは、敢えてその面白さをもっと多くの人に感じてほしい、という期待を抱いて、こどもに宇宙の中での重力レンズ現象を身近な画像を通じて体験してもらうべく、企画・出展を行いました。

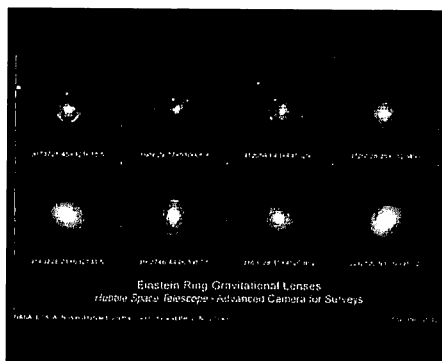


図1 ハッブル宇宙望遠鏡で撮影された重力レンズ天体(アインシュタインリング)の画像(ハーバード・スミソニアンセンターのプレスリリース参照) [5]

2. 当日の演示方法

まず最初に、当日私たちが行った活動を具体的に報告しておきます。私たちの“重力レンズ”のブースでは、以下のようなステップで演示しました（図2）。

1. デジカメでこどもの写真を撮影
2. その画像を「重力レンズシミュレーター (Ver 1.30)」を使って、こどもと一緒に加工
3. モバイルプリンターで加工した画像を出力し、プレゼント

ブースには、A0サイズのポスターも用意しておき、重力レンズ現象の簡単なイントロダクションや実際の観測画像の紹介を行いました（図2、図3、図4）。



図2 ブースでの風景(上図)。デジカメで取り込んだ画像を“重力レンズシミュレーター”を使って、こどもと一緒に加工する(下図)。モバイル用のプリンターを持ち込んでL判写真を印刷した。

上記の“重力レンズシミュレーター”は、著者の一人(米原)が開発したソフトで、ビットマップ画像を取り込み、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方を計算して、レンズ画像を表示することができるものです（図3）。

重力レンズ効果を受けた写真は予想以上にこどもに人気があり、こども同士のロコミでも広がっていったと思われます。2日間で印刷したL判写真は合計150枚を超え、ブースは順番待ちも出るほど大盛況でした。



図3 重力レンズシミュレーターで写真を光源としてレンズイメージを作る。上が元画像で下が二人の間に重力レンズを置いた時の画像。元の像が曲げられるだけでなく、多重像になる。ちなみに、モデルは著者の二人、福江(左)と川田(右)である。

3. こどもの反応

こどもが私たちのブースに興味を持つ最初のモチベーションは、「このブースはなんだか変な写真を印刷してくれる」ということでした。天体画像に興味を持って説明を求めてくるこどもは殆どいませんでした。こちら側から「こんな写真ができませんね！やってみようか？」と誘って初めて参加してくれます。中には「どうやってこんな写真になるの？」というこどももいましたが、大半は殆ど何もわからないまま写真を撮ります。

シミュレーターに画像が取り込まれると、歪んだ画像にこどもたちはぎゃーぎゃー騒ぎ始めます。ここで面白いのが、大部分のこどもは自分の写真の顔が曲げられるのを嫌がることでした。なぜかはわかりませんが、自分の顔をグニャグニャに曲げたいと希望するこどもは、全体の1～2割でした。

実際こどもは、歪んだ画像ができること自体に興味があり、「なぜ、こんな像になるのか？」という疑問を持たせるレベルにまで高めることができなかつたように思います。しかし、「なぜ光が曲がるのか？」「宇宙にこんな現象があるとは驚いた！」という声も多く聞く事ができ、持ち帰った画像をおじいちゃん・おばあちゃんに説明する、という子もいました。

こどもにとってブラックホールの認知度は絶大です。どこで覚えたのかブラックホールという言葉を知っています。よって、「ブラックホールがあったらこんなに光が曲げられる」という説明をすると意外と納得してもらえます。ちょっとでも天文学や物理学をかじったことがある人なら、「物体があれば重力が存在する」ことが当たり前なので、重力レンズが起こるためには、ブラックホールでなくても銀河や星でも良いということが理解できます。しかし、一般の方やこどもにとってはブラックホールという天体の特異な性質によ

って曲げられるんだ、という理解の方が受け入れやすいのかもしれませんが。

ちなみに、筆者（渡会）が記憶している限りブラックホールという言葉を知ったのは、小学校の時に流行っていた漫画『キン肉マン』の7人の悪魔超人の中で「ブラックホール」という超人が出てきたからです。さらに、キン肉マンはブラックホールの顔にあるブラックホールに吸い込まれ、オナラを使ってホワイトホールの出口を広げ脱出するというものでしたが、内容の上品さはさておき、今考えるとなかなか味わい深いシーンでした。現在のこどもがどのように、「ブラックホール」の情報を得ているか、情報ソースがどこにあるか、などを調べてみるのも興味深いテーマの一つです。

4. 大人の反応

大人の反応は様々ですが、敢えて言うなら、こどもと反対です。自分の写真をできるだけ曲げてくれ！と頼む人が続出しました。基本的に科学館に来ている大人は科学に興味を持っているため、非常に好意的で、興味津々に説明も聞いてくれます。教育熱心な親御さんは、重力レンズの原理を理解しようとします。余談ですが、彼女と別れたばかりの私たちスタッフの一人は、カップルの写真の間にレンズを置き、「二人の関係が歪め」とぶつぶつ言いながら修正していました(笑)。

5. 重力レンズの楽しさと難しさ

重力レンズ現象は、当然ながら非常に強い重力場がないと起きない現象なので、宇宙以外で見えることは殆どないと思われれます。では、なぜ面白いのでしょうか？ まず、基本的にレンズを通して何かを見る事自体が面白いからと思われれます。望遠鏡で遠くのものが近くに見える、顕微鏡で小さなものが大きく見える、という具合にレンズは私たちに新し

い世界を提供してくれます。それに加えて、重力レンズでは多種多様な像、リング、アーク、2つ目玉、クローバーなどができます。個人的には、レンズを置く場所によっては、激太りしたような顔や、アフロヘアの顔など新しい自分が再発見できる楽しさもあります。

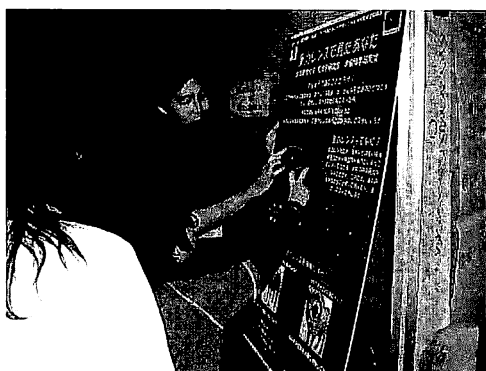


図 4 ポスターの前で重力レンズ現象を説明する著者。こどもも大人も面白い！という感想が聞けた。

重力レンズはビジュアルに訴えるので誰が見ても面白い現象ですが、物理を知らない人にその原理を説明することは非常に困難です。例えば、一般の方に「重力によって空間が歪むので光が曲がります！」と言っても絶対にわかってもらえません。もちろん、こどもは論外です。とりあえず、有名なアインシュタイン博士の理論ですと誤魔化そうとしても、アインシュタインが出てきた時点で拒否反応する人が多いのです。アインシュタインの相対性理論といって、神秘的なもの、憧れを抱く人はほんの一握りだと思って説明した方が良いでしょう（図4）。

では、どうやって説明するのがいいのでしょうか？一番簡単なのは、普通のレンズの原理と比較して説明することです。本当は正しくないのですが、敢えて重力によって光が引っ張られて曲がり、レンズの役目をするとい

う現象論的な理解で十分だと感じました。ただし、通常の凹凸レンズでは、レンズの中心ほど屈折率が小さいのに対し、重力レンズでは、中心程屈折率が高くなっていることや、曲率が違うことを説明する必要はあるでしょう。

ところで、学校教育でレンズという概念を学ぶのは小学校2学年ですが、殆どのこどもは「光がレンズにより曲げられる」、という考え方よりもむしろ、「レンズによって光が集められる」という教えられ方をするそうです[6]。実際に、レンズを使って像がどう変わるか？という問題は中学校で定性的に教わりますが、中学校では屈折率、レンズの公式は扱わないので注意が必要です。また、ある教員の方からは「学校では光は曲がらない、という風に教えるので、光が曲がることを教えるのは教育上難しい」というクレームがきましたが、これは「レンズを通せば光が曲がる」「蟹気楼で遠方の景色が浮いて見える」等、光が曲がることは日常でもありふれた現象なので、レンズというカテゴリーで議論する場合は、問題にはなりません。

認知心理学の考え方によれば、人間が物事を認知する場合は、その人が持つ既存の概念と結びついたときに初めて「わかった」と認知することができるそうです(内容が正しいか正しくないかは別)。つまり、重力レンズ現象を一般の方に説明を行う場合は、一般の人にも知っている、レンズは光を曲げる性質を持つということと重力は引っ張るという性質を使って説明することがわかってもらう、ということにつながると私たちは考えます。

6. 反省と改善案

私たちの企画としての反省点は多数あります。その反省点を挙げると同時にその改善策についてまとめました。

・重力レンズ現象のイメージ図だけでは、理解してもらえない。

→通常のレンズ現象との対比で説明を行う。

・写真を撮っただけで説明が不十分だった人もいる。

→後々、しっかり学びたい人への資料としてポスターのA4版を作っておく。

・重力レンズシミュレーターで加工する際、ノートパソコンを使っていたために、画像が小さく、子どもとの画像の確認作業がしづらい
→より大きなディスプレイを使用する（可能であればプロジェクターの使用が効果的）。

・デジタルカメラからパソコンへのデータ転送に時間がかかった。

→カメラ付きパソコン？または、デジカメから直接パソコンに画像を転送できるケーブルがほしい。

7. あとがき

今回、私たちはこういった企画に参加して、教育や一般普及活動の難しさを感じる事ができたと同時に、天文教育普及の魅力や楽しさも味わうことができました。研究者がもっと天文教育普及の楽しさを理解し、積極的に関わっていくことが重要であると感じました。

参考文献

[1] ジオ・カーニバルのホームページ、

<http://advancingphysics.iop.org/>

[2] 横浜こども科学館の重力レンズのホームページ、

<http://astro.ysc.go.jp/grav-lens.html>

[3] 国立天文台すばるギャラリー、

http://www.naoj.org/Gallery/j_index.html

[4] 重力レンズで探る宇宙,福江純&山田竜也 共著,岩波書店

[5] ハーバード・スミソニアンセンターのプレスリリース2005年11月17日、

<http://www.cfa.harvard.edu/press/pr0537.html>

[6] 中学校学習指導要領(平成10年12月)概説—理科編—,平成11年9月,文部省