

筑波大学

朝永振一郎記念

第 17 回「科学の芽」賞 応募用紙

受付番号 : SE0343

応募部門 : 小学生部門

応募区分 : 個人応募

題名 : 木漏れ日の謎！すごいぞ！自然現象！

学校名 : 東京都 国立筑波大学附属小学校

学年 : 5年生

代表者名 : 山本 凜

※ 個人情報保護のため、入力された項目から抜粋して出力しています。



木漏れ日の謎！

すごいぞ！自然現象！



3部5年

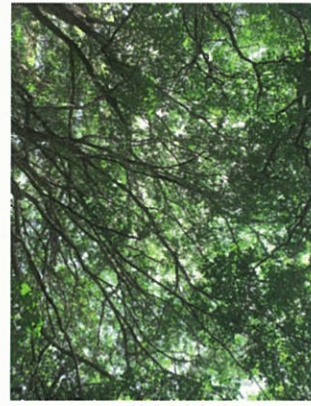
山本 凜

テーマ

木漏れ日はなぜ丸いの？

1:きっかけ

ゴールデンウィークに鎌倉に行き長谷寺の階段を登っている時に、発見！
葉っぱからの木漏れ日が丸い！



↑長谷寺で私が撮った写真

↑葉と葉の重なり(穴)は丸ではなく、不定形。

階段に映った日の光は**すべて丸い**！でも上を見上げてみると葉と葉の重なりは、**丸ではなく三角形だったり、台形だったり、不規則な形をしていました**！



あれ？なんで？？



2:不思議

お父さんに聞いてみたら、「**太陽の形が映っているんだよ**！」と、、、、ますます、訳が分からなくなり、調べてみよう！と思い立ちました！

3:検索

お父さんの言っていたことがよく分からなかったので、インターネットで「木漏れ日はなぜ丸いの？」と調べてみると、、、、

木の葉と木の葉の小さな隙間を通して、**太陽の丸い姿が地面に結像する**。

それをピンホール現象というらしい。その証拠により、日食のときには木漏れ日も欠けているようだ。

さらにインターネットで日食の時の木漏れ日を調べると、、びっくり！！

三日月形やリング状(金環日食時)の木漏れ日の写真が、、、、
ということは、**やはり太陽の形が映っている**！ということになる。

ほんとかな？？

4:木漏れ日探し

そこで、木漏れ日を探しにいろんな地域に探検に出かけてみることにしました。

①沖縄:夏休みに家族で沖縄旅行に行き、たくさん木漏れ日を見つけました。さすが沖縄！

②箱根:夏休みにお友達と箱根に行き、たくさん木漏れ日を見つけました。

③近所:家の近所の公園。木がたくさんある公園なので、木漏れ日がたくさんありました。

今まで全く気にしていませんでしたが、木漏れ日は、結構身近にたくさんあることがわかりました。

でも、よく見ると、、**あれ？丸じゃないのもあるよ、、、、**

もし仮に、**太陽の形(丸い)が映っているとしたら、木漏れ日は全部丸になるのでは？？**



←
丸じゃない



あれ？なんで？？

→
丸じゃない



ますます、疑問が湧いてきました。太陽の形が映る場合と映らない場合、何が違うんだろう？ No.2



沖縄、箱根、近所で発見した「木漏れ日」は、いろんな形がありました。丸もたくさんありましたが、葉っぱの重なりがそのまま映っている(丸ではなく不規則な形)のもありました。

5: 考察 丸い木漏れ日と、葉の重なりそのままの形の木漏れ日と何が違うの？
 写真を撮ってきたので、比べてよく観察してみました。

A: 木漏れ日が丸い

樹木の種類	葉の付き方	穴の大きさ	木の高さ
広葉樹	葉と葉の間に隙間がある付き方	小さな穴が多い	木の高さは高い。(約4m以上)

B: 木漏れ日が丸くない(葉っぱの重なりそのままの形)

樹木の種類	葉の付き方	穴の大きさ	木の高さ
広葉樹	葉と葉の間に隙間がなく、葉が束になった付き方	大きな穴が多い	木の高さは高い。(約3.5m位)

C: 木漏れ日が丸くない(葉っぱの重なりそのままの形)

樹木の種類	葉の付き方	穴の大きさ	木の高さ
広葉樹	葉と葉の間に隙間がなく、葉が束になった付き方	中くらいと小さい穴が多い	木の高さは中くらい。(約2.5m)



● 予想

この考察により、木漏れ日が丸になるためには、穴の大きさと木の高さがもしかしたら、関係あるのかもしれない?? 穴が小さくて、木の高さが高いと丸形になる??
 木漏れ日が丸になるためには、何かきっと条件があるはず!

そこで実験道具を作って、太陽の下でどんな形の日の光ができるか？実験してみることにしました。








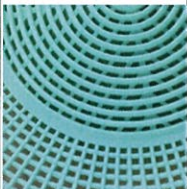
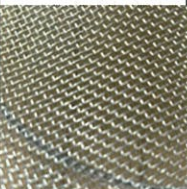



どんな道具でどんな実験をすれば良いかな？

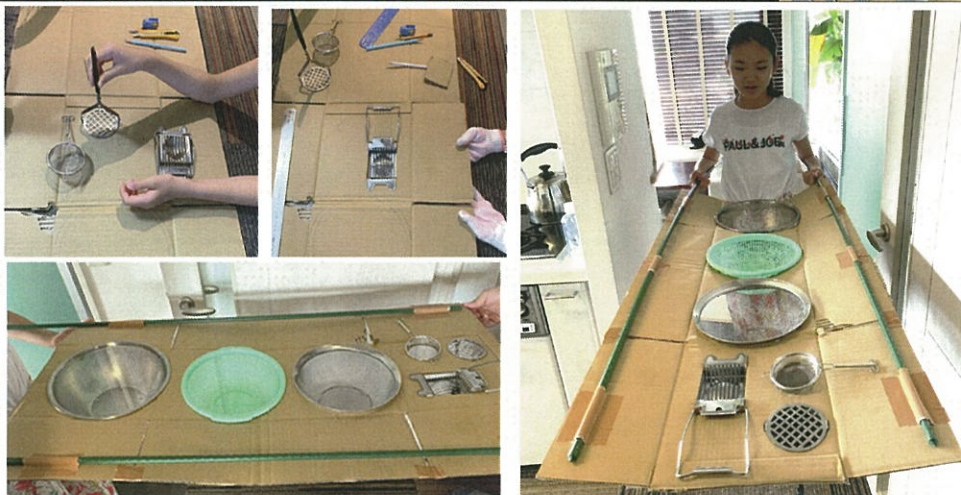
前ページの考察より

- ① できるだけ小さな穴がたくさん開いているものを用意
- ② 丸い穴、四角や長方形、不定形な形の穴が開いているものを用意
- ③ 太陽ができるだけ高くなる時刻に実験をする
- ④ 高さを色々変えて実験

6: 実験道具作り

まずは、身近にある道具を使って実験道具を作りました。
できるだけ、小さい穴がたくさんあいている道具を探しました。

名称	ざる1	ざる2	ざる3	茶こし	マッシュ器	卵スライサー
材質	金属	ポリプロピレン	金属	金属	金属	金属
穴の形状	円形	平行四辺形	ひし形	正方形	正方形	長方形
穴の大きさ	2.5mm × 2.5mm	5mm × 2.5mm	1.5mm × 1.5mm	0.5mm × 0.5mm	8mm × 8mm	66mm × 3mm
形状						
						



7: 実験1

完成！さあ！実験に出かけよう！実験スタート！

道具を持って、太陽が一番高くなる昼の12時に公園に行き、太陽の下にかざして実験！



7: 実験1 投影面からの距離500mm **結果:** 卵スライサー、マッシュ器は穴の形がそのまま映り、太陽の形は映らなかった。ざる1.2.3は太陽の形も穴の形も映らなかった。





7: 実験1 投影面からの距離1,000mm **結果:** 全て、太陽の形も穴の形も映らなかった。




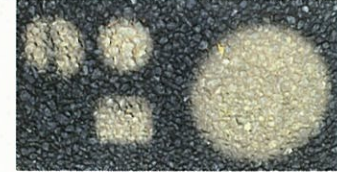
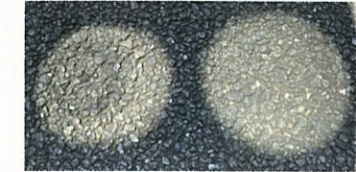


7: 実験1 投影面からの距離1,500mm **結果:** 全て、太陽の形も穴の形も映らなかった。





7: 実験1 投影面からの距離2,000mm **結果:** 全て、太陽の形も穴の形も映らなかった。

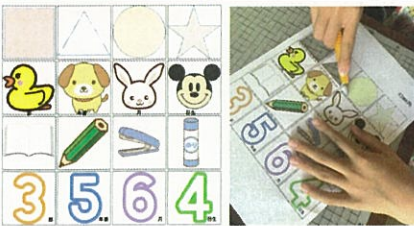
● 実験1の結果

実験失敗！！500mmより上では、「太陽の形」も「穴の形」も映らなかった。。。。。

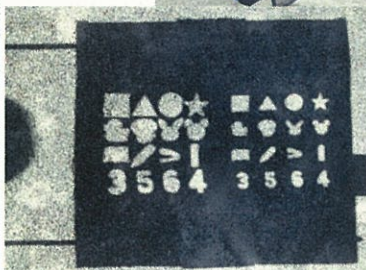
失敗の原因を考えてみた。

500mmより上は全てぼやけてしまい、穴の形も映らなかったということは、穴の大きさが小さすぎたのかな？
丸い木漏れ日が出ていたのは、どのくらいの大きさなのかな？
穴の大きさをもっと大きくしてみたらいいのかな！何種類か穴の大きさを作って太陽の下で再実験！

8: 実験2 紙に5mm、15mm、30mm、45mm、60mm、75mm、90mm、105mm、120mm角の9種類の穴を開けたものを用意。丸だけではなく、4種類のいろんな形、(形、動物、文具、数字)の穴をあけた。



↓ガムテープの部分に長い棒を差す。



8: 実験2 穴の大きさが違う9種類の紙を用意し、高さを変えて、太陽の下で実験

穴の大きさ	5mm	15mm	30mm	45mm	60mm	75mm	90mm	105mm	120mm
投影面からの距離									
500mm									
1,000mm	○								
1,500mm	○	△							
2,000mm	○	○	△						
2,500mm	△	◎	○	△					
3,000mm		◎	◎	○					
3,500mm		◎	◎	○					

△→円形に近い ○→円形 ◎→綺麗な円形



● 実験2の結果

穴が45mm以下、高さ3,500以下であれば円形ができた。しかし、穴が60mm以上になると高さが3,500mm以下では、円形にはならず穴の形がそのまま映った。
 実験2の結果から、なんとなく相関性が見えてきた。

穴の大きさ	5mm	15mm	30mm	45mm	60mm	75mm	90mm	105mm	120mm
500mm									
1,000mm									
1,500mm									
2,000mm									
2,500mm									
3,000mm									
3,500mm									

←円形の木漏れ日ができるのは、この斜めのラインと関係があるのかも？



●予想

ということは、大きい穴はもっと投影面からの距離を高くしていけば円形になるはず！

9: 実験3

穴の大きさが5mm~75mmで投影面からの距離を 4,000mm以上に高くして実験をやってみる。

	5mm	15mm	30mm	45mm	60mm	75mm
4,000mm						
4,500mm						
5,000mm						
6,000mm						
7,000mm						
8,000mm						
11,000mm						
13,000mm						

△→円形に近い ○→円形 ◎→綺麗な円形 ※マンションの2、3、4、5階の廊下で実験しました。

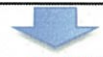


●実験2.3の結果

円形の木漏れ日ができる条件がわかった！

表の斜めのライン(左上から右下にかけての楕円形ライン)で、円形の木漏れ日ができる！
大きい穴は、投影面からの距離を高くすると確実に円形に近づく！

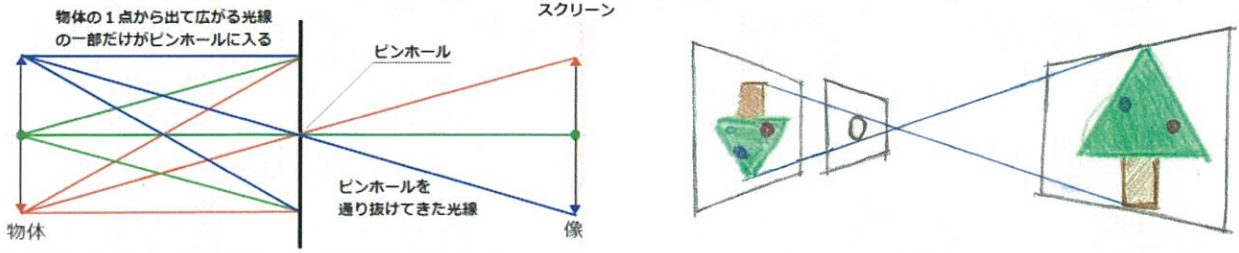
10: もう一つの疑問 実験2.3で、円形の木漏れ日ができる条件は分かった！
じゃあ、光源が丸い太陽じゃなくて、部屋の四角い照明だったらどうなるの？



そこで、気になっていた「ピンホール現象」についてさらに詳しく調べてみました。

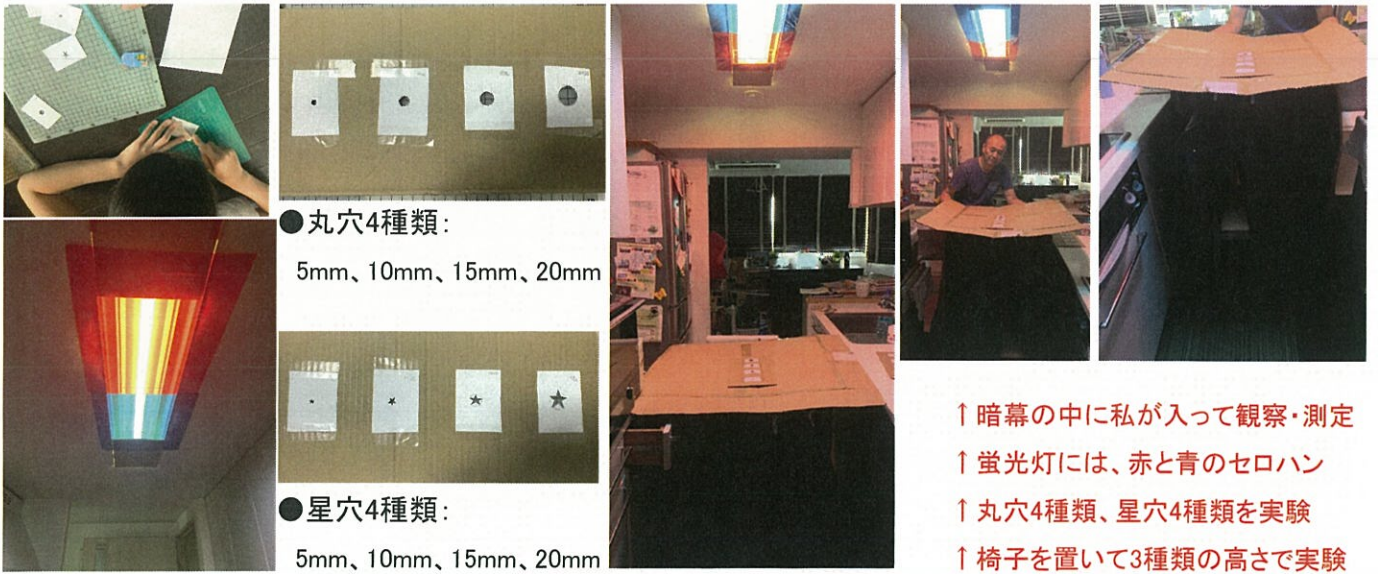
●木漏れ日のピンホール現象とは。。。。

日の光が、葉と葉が重なり合ってできる小さな隙間を通ることによって像を結ぶ現象とのことで、上下左右が全て逆さまになる。(太陽は丸いので、左右上下が逆さまになっているかどうかは、わからない。)光源や物体の1点から出る光は四方八方に広がって進む。次の図は物体の1点から出た光がピンホールに入る様子を示したもの。物体の1点から出て広がって進む光のほとんどは遮断されるが、ピンホールを通り抜けることができた光がスクリーンに物体の像を作る。



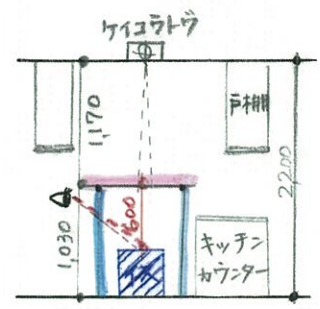
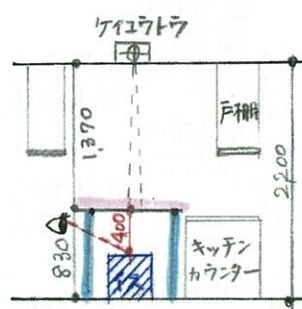
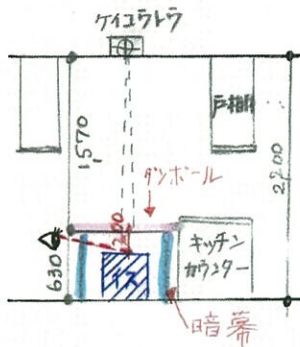
* インターネット「光と色と」より引用

11: 実験4	ピンホール現象は、丸い太陽だけじゃなく、光源を変えても起こるらしい！ ほんとうかどうか？じゃあ部屋の四角い蛍光灯で実験をしてみよう！
●光源→キッチンの通路の長方形の蛍光灯	光源を四角いものに変えたらピンホール現象は起きるか？
●穴の大きさ→小さな穴(5mm~20mm)4種類	実験2.3の結果から、穴が大きいと高さが必要なため、家での天井高(H2,200)を考えると穴は小さく設定。ダンボールと紙を使って穴を製作。
●穴の形→丸型と星型の2種類	穴の形で像は、どう変わるのか？を調べるため2種類を設定。 ダンボールと紙を使って穴を製作。
●投影面からの距離→200mm、400mm、600mmの3種類	投影面からの距離によって像は、どう変わるのか？を調べるため3種類を設定。 高さを1,500mmにして仮の実験をしてみた。→結果は、像が大きすぎてよくわからなかったのので、200mm・400mm・600mmとした。投影面からの距離が低いと、像を見るのが大変なので、椅子置いて観察した。
●セロハン→2色(赤と青)	本当に上下逆さまになるのか？
●投影面→A3の白い紙を椅子の上に置き観察、測定。	暗くなるように、穴の周りを暗幕で囲う



- ↑ 暗幕の中に私が入って観察・測定
- ↑ 蛍光灯には、赤と青のセロハン
- ↑ 丸穴4種類、星穴4種類を実験
- ↑ 椅子を置いて3種類の高さで実験

①断面図(投影面からの距離200mm) ②断面図(投影面からの距離400mm) ③断面図(投影面からの距離600mm)



	丸5mm	丸10mm	丸15mm	丸20mm	星5mm	星10mm	星15mm	星20mm
穴の大きさ								
投影面からの距離								
200mm								
400mm								
600mm								

●実験4の結果

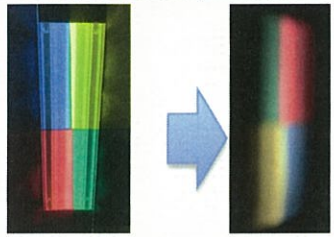
「ピンホール現象」は四角い照明でも起こった！穴の大きさ8種類、高さ3種類のすべての穴で成功！しかも、全ての穴で、上下が逆さまになっている！すごい！

では、穴の大きさ、形で画像はどう変化したのか？また、投影面からの距離で、画像はどう変化したのか？丸型と星型8種類の投影画像の大きさを3種類の高さでそれぞれ測ってみました。

高さ	穴の大きさ	丸5mm	丸10mm	丸15mm	丸20mm	星5mm	星10mm	星15mm	星20mm
200mm	単位:mm	W76xD6	W92xD8	W108xD12	W108xD13	W85xD4	W86xD5	W90xD5	W97xD5
	高さ								
400mm	単位:mm	W200xD10	W200xD15	W210xD20	W220xD25	W212xD10	W205xD10	W215xD14	W205xD16
	高さ								
600mm	単位:mm	W345xD17	W340xD17	W330xD20	W300xD20	W300xD15	W300xD17	W300xD18	W315xD20
	高さ								

像はだんだん大きくなる ↓

12: 実験5 左右も反転するのか？実験をしてみた。赤・青・緑・黄色の4色を使用

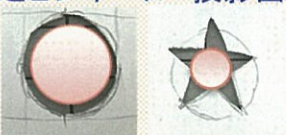
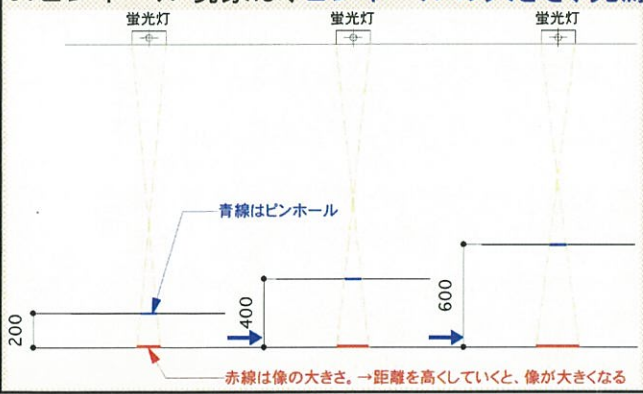


●実験5の結果

全ての穴、高さにおいて上下左右反転した！すごい！

●実験2、3、4、5の結果

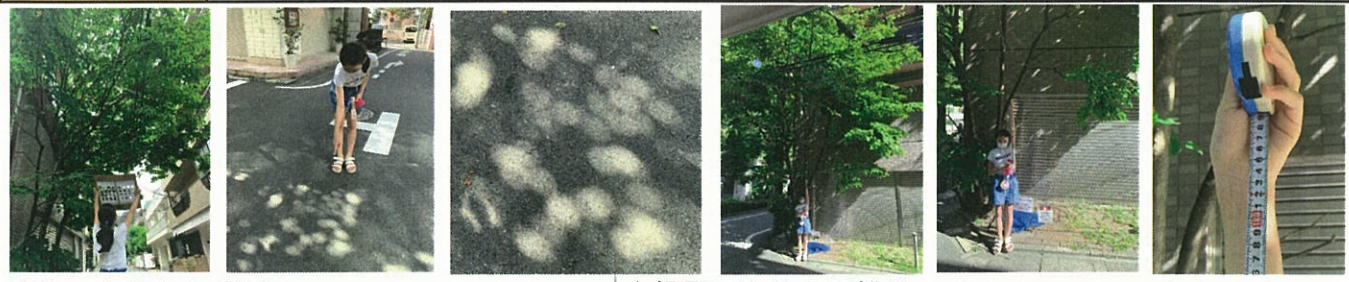
- 1: 投影面からの距離が近いと、像は小さく、鮮明に映る。
- 2: 投影面からの距離を高くしていくと像は大きくなり、ぼやける。
- 3: 穴の大きさが小さいと光量が足りないの、暗い。
- 4: 丸と星の比較。像の奥行きが丸の方が大きい。
- 5: ピンホール現象は、ピンホールの大きさ、光源とピンホール・投影面の距離が関係する



←4の理由は、星型の中央部分しか光が鮮明に結像しないから？星型の先端からも光は入るが、鮮明に結像しないから映らない？だから小さくなる？

←像が上下逆さまに映り、高さを高くすると像が大きくなるのは、こういう仕組みだ！

13: 検証 最後に、実験結果を確かめるために、円形の木漏れ日ができる場所に検証に行ってきました。



↑ 穴の大きさは、推定30mm～45mm
実験結果とほぼ同じ！！

↑ 投影面からの距離は、推定4000mm～4500mm

実験結果とほぼ同じ！！

●結論

木漏れ日の謎が分かった！ = 太陽の形が映るピンホール現象だ！でも、条件がある！

円形の木漏れ日ができる条件は、この斜めのライン！！

	5mm	15mm	30mm	45mm	60mm	75mm
500mm						
1,000mm	○					
1,500mm	○	△				
2,000mm	○	○	△			
2,500mm	△	◎	○	△		
3,000mm		◎	◎	○		
3,500mm		◎	◎	○		
4,000mm		○	◎	○		
4,500mm		○	◎	○	△	
5,000mm			△	○	△	
6,000mm			△	△	○	△
7,000mm				△	○	○
8,000mm					○	○
11,000mm					△	△
13,000mm						



- 1: 穴が小さいと、投影面からの距離が低くても円形になる。
- 2: 穴が大きいと、投影面からの距離が高くないと円形にならない。
- 3: 投影面からの距離を高くしていくと、映った像はどんどん大きくなり、薄くぼやける。
- 4: 上下左右が逆さまの画像が映る！
- 5: 四角い照明でもピンホール現象は起きる！

●円形の木漏れ日ができる条件

1: 穴の大きさ	5mm	15mm	30mm	45mm	60mm	75mm
2: 距離	1M~2M	2M~4.5M	2.5M~4.5M	3M~5M	6M~8M	7M~8M

●綺麗な円形の木漏れ日ベスト3

1位	2位	3位
穴の大きさ15mm、高さ3,000cm	穴の大きさ30mm、高さ3,000cm	穴の大きさ30mm、高さ4,000cm

●まとめ

実験結果から、鎌倉の円形木漏れ日は、穴の大きさ15mm~45mm、投影面からの距離は、3500mm~4500mmくらいだと思う！

条件がそろくと、円形の木漏れ日はできる！！
自然現象！！ってすごい！！