

何がでるかな？ ふしぎな光るミラー

羽瀧仁恵（岐阜工業高等専門学校）

中野寛之（愛知工業大学）

「魔法の鏡」

一見普通の鏡が？スイッチを入れると
鏡に文字や絵が浮かび上がって見える？



必要な材料や道具

- **材料**

アクリル板A(10 cm × 10 cm × 厚さ5 mm)、
アクリル板B(10 cm × 10 cm × 厚さ1 mm)、マジックミラー、
LEDテープ、9V電池、9V電池スナップ、
工作用紙(30 cm × 10 cm)、黒画用紙(10 cm × 6 cm)

- **工具・文具**

はさみ、セロハンテープ、目打ち、定規、両面テープ、
えんぴつ、蛍光ペン

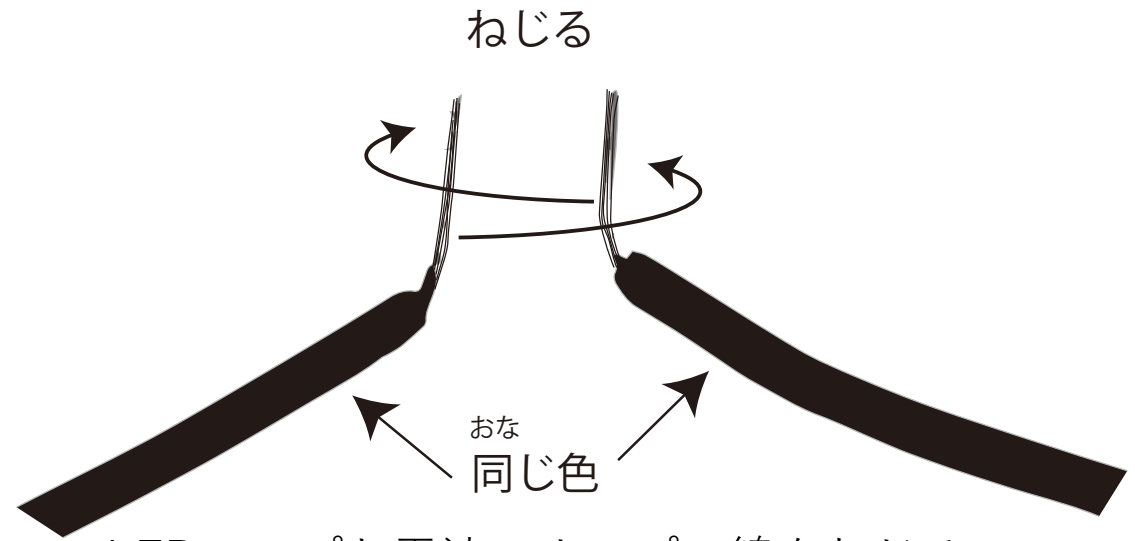
(1) 電気回路の工作



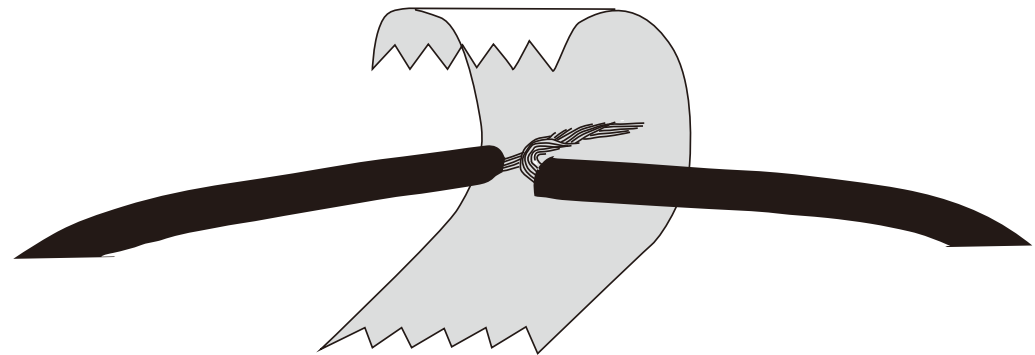
LEDテープ



9V電池スナップ



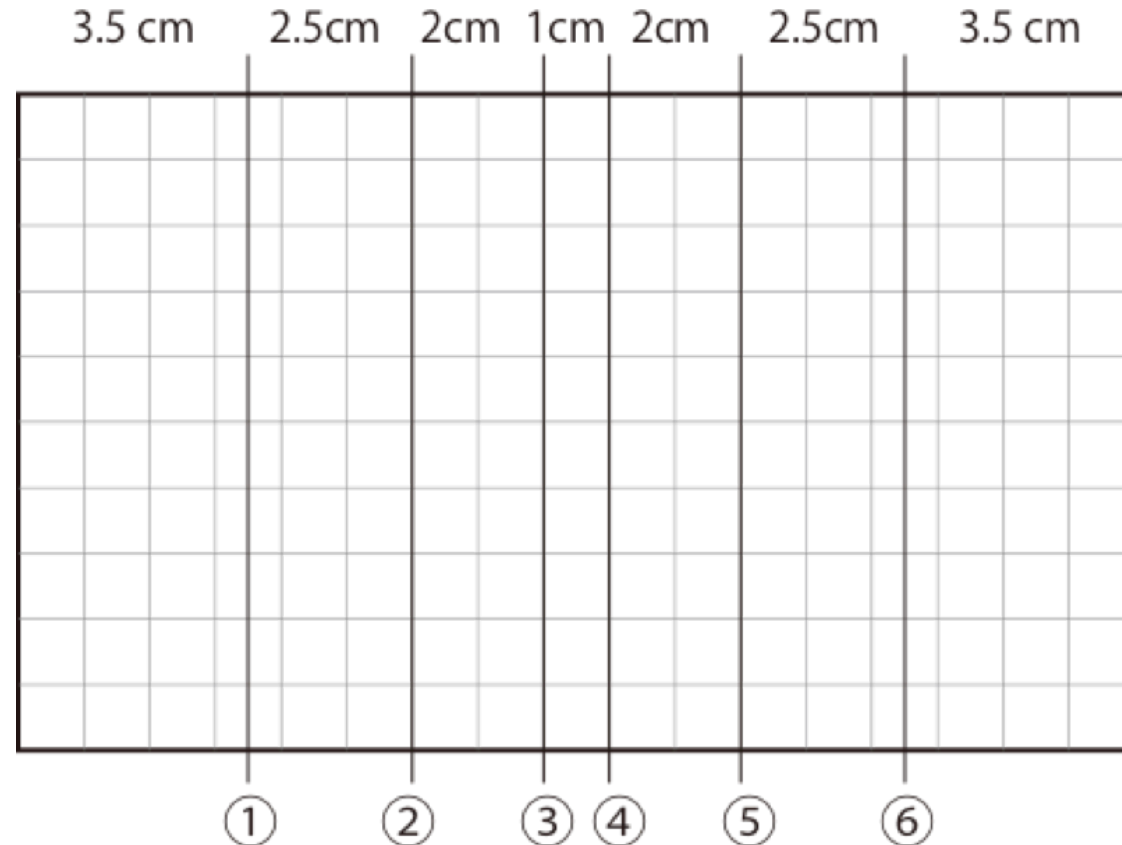
LEDテープと電池スナップの線をねじる



セロハンテープでおおう

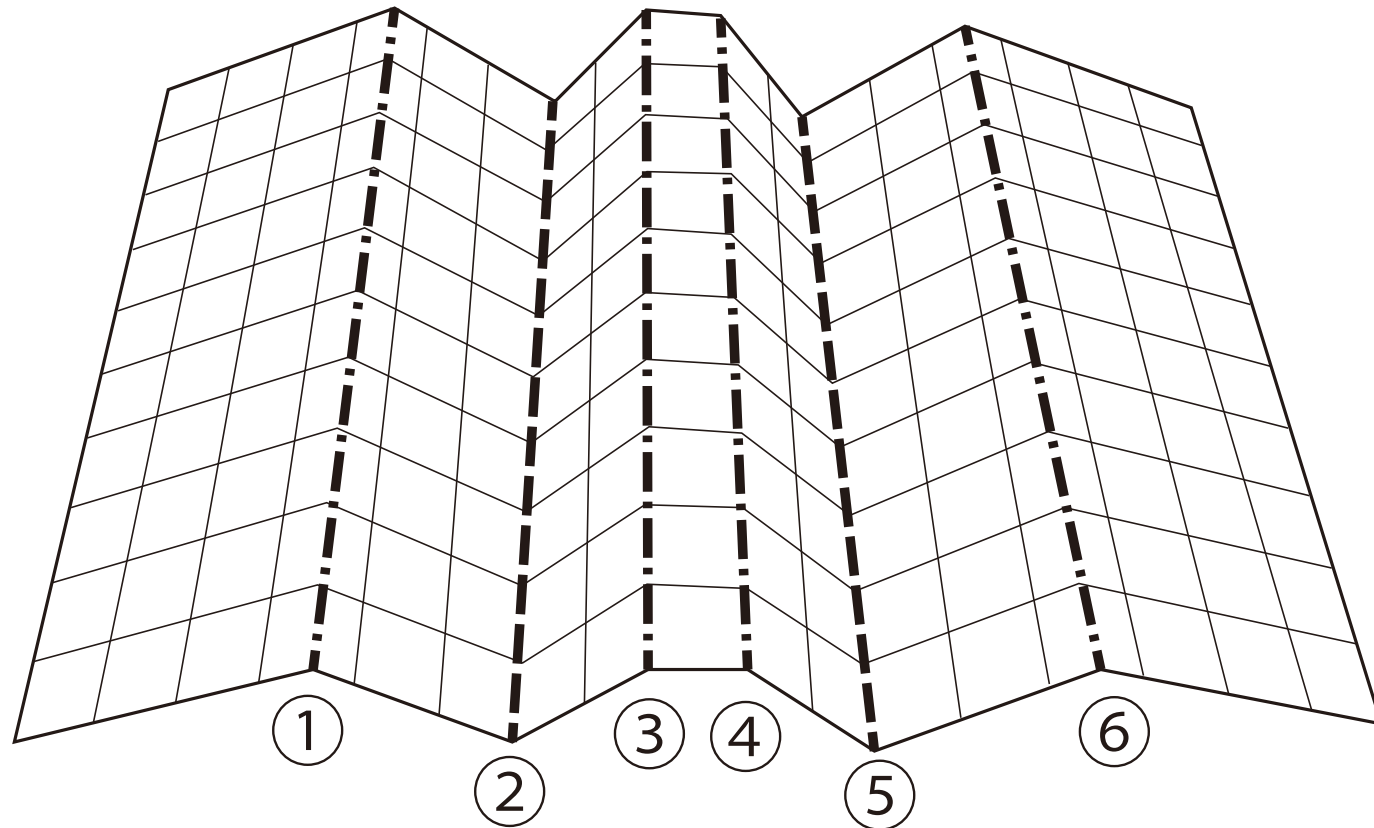
(2) ミラー台の工作

- 工作用紙を17cmと10cmの長さに切ります
- ①から⑥まで鉛筆と定規を使って線を書きます。さらにその上から目打ちで線をなぞり、折り筋をつけます



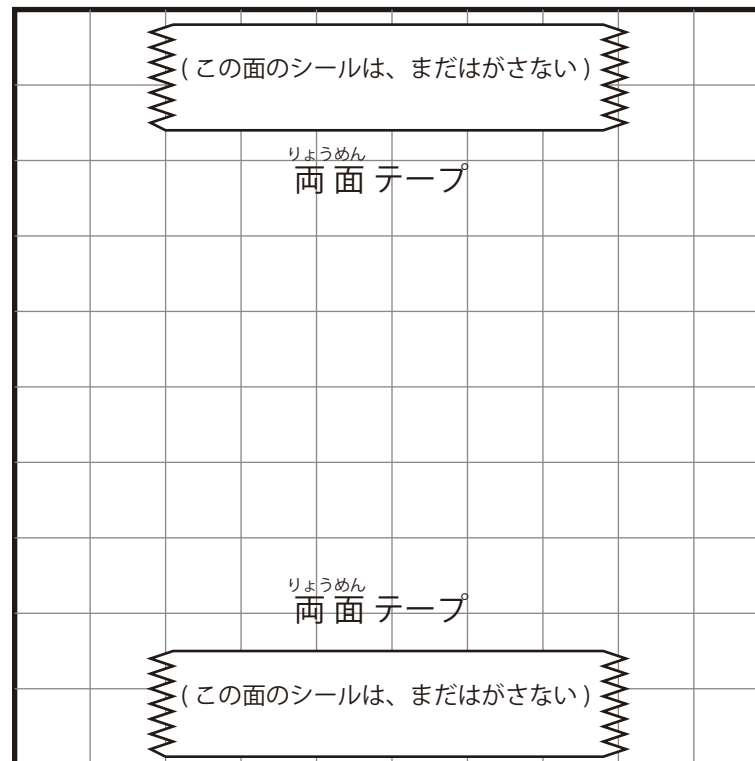
(2) ミラー台の工作 (続き)

- ①から⑥の折り筋にそって谷折り、山折りします



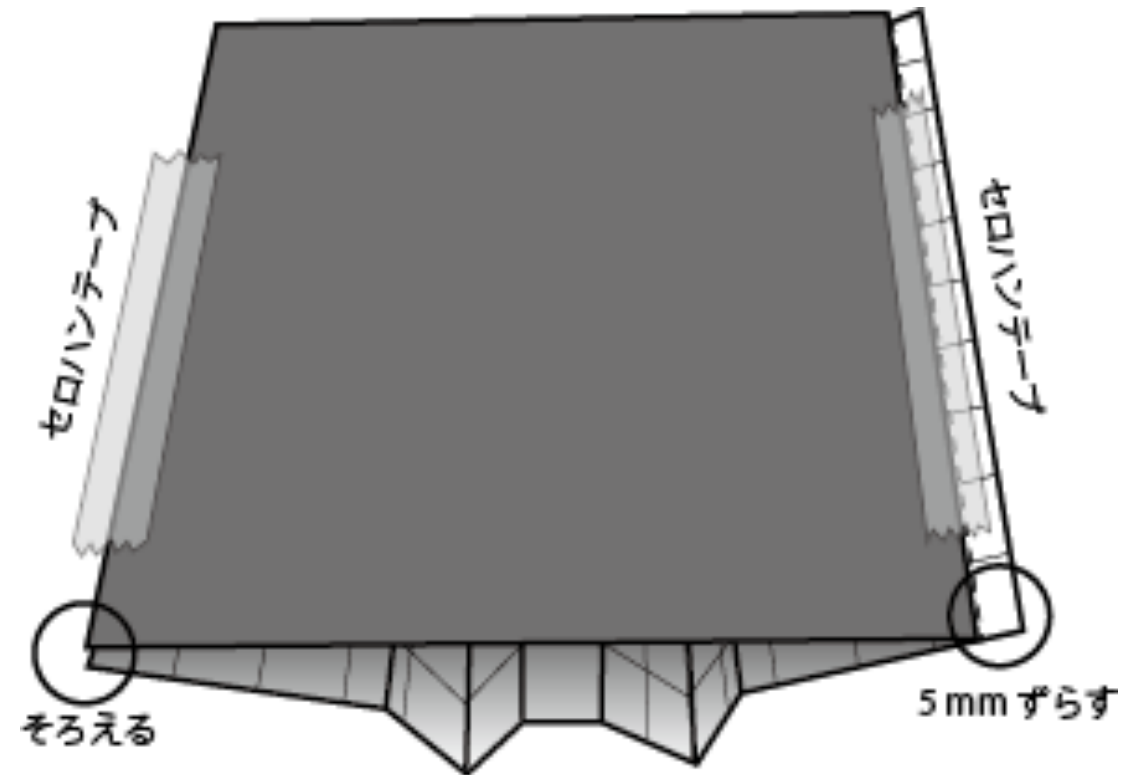
(2) ミラー台の工作 (続き)

- 工作用紙を10 cmに切ります
- 切った工作用紙の方眼印刷側に両面テープを2ヶ所貼ります



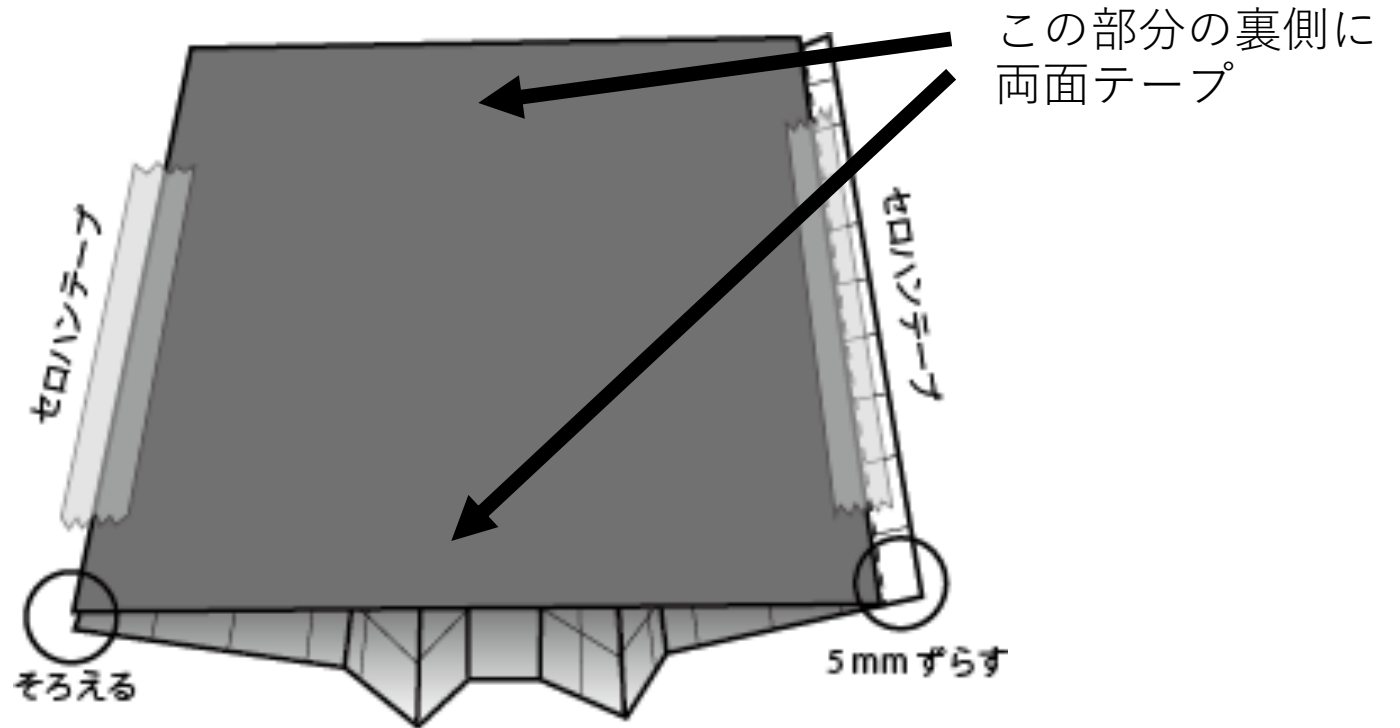
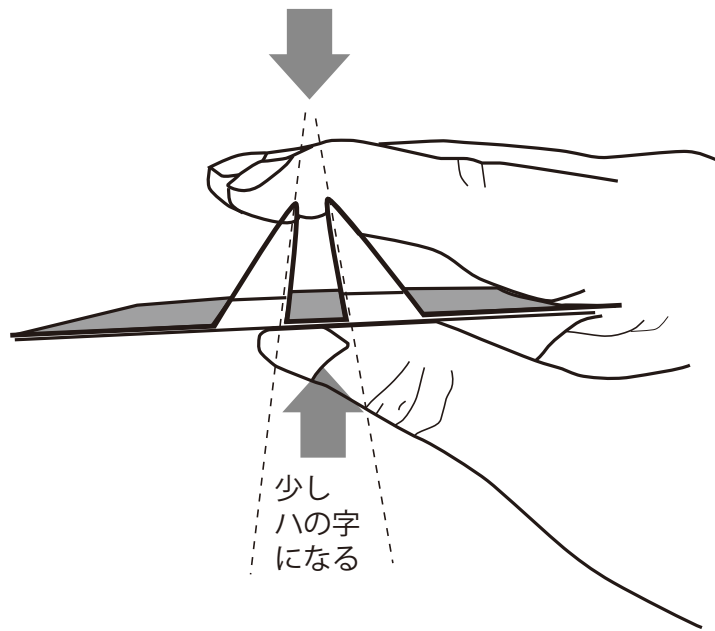
(2) ミラー台の工作 (続き)

- 折った工作用紙と両面テープを貼った工作用紙を貼り付けます
- この時、方眼面を向かい合わせます
- 片方のはしをそろえてセロハンテープで固定します
- もう片方は5mmずらしてセロハンテープで仮留めします



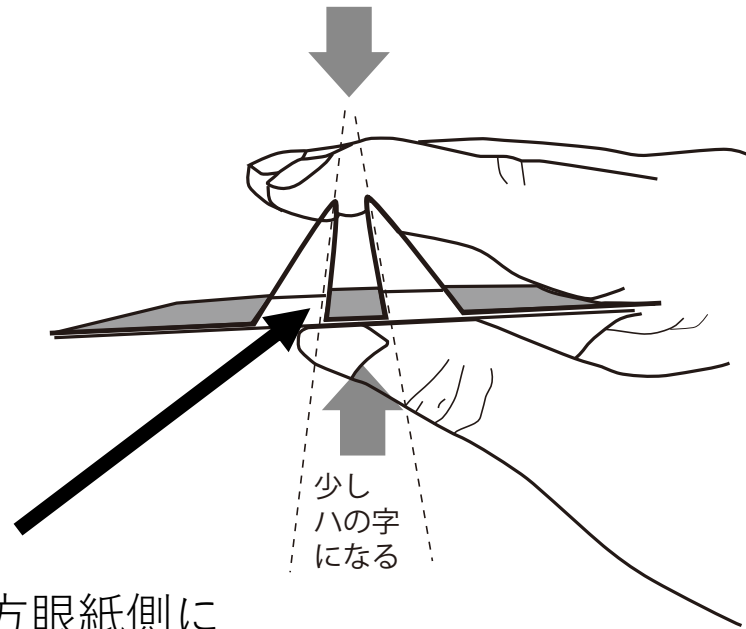
(2) ミラー台の工作 (続き)

- 工作用紙を手でおさえたとき、山の形が左図のようになっているか確認しましょう
- 左図のようになっていないときは、仮留めしたセロハンテープをはがし、右図のずらす長さを変えて、もう一度セロハンテープを貼り直します



(2) ミラー台の工作 (続き)

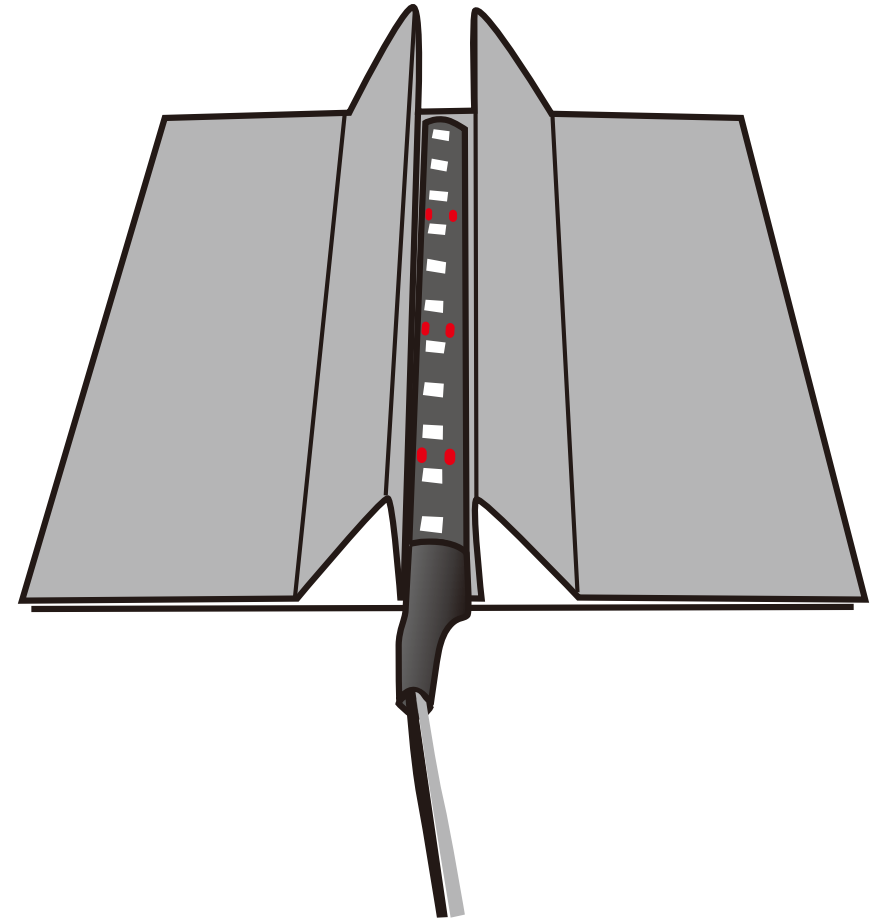
- 工作用紙に貼った両面テープのシールを2枚ともはがして、もう一度、図のように手で押さえてくっつけます



この部分の上、方眼紙側に
両面テープが貼ってあります

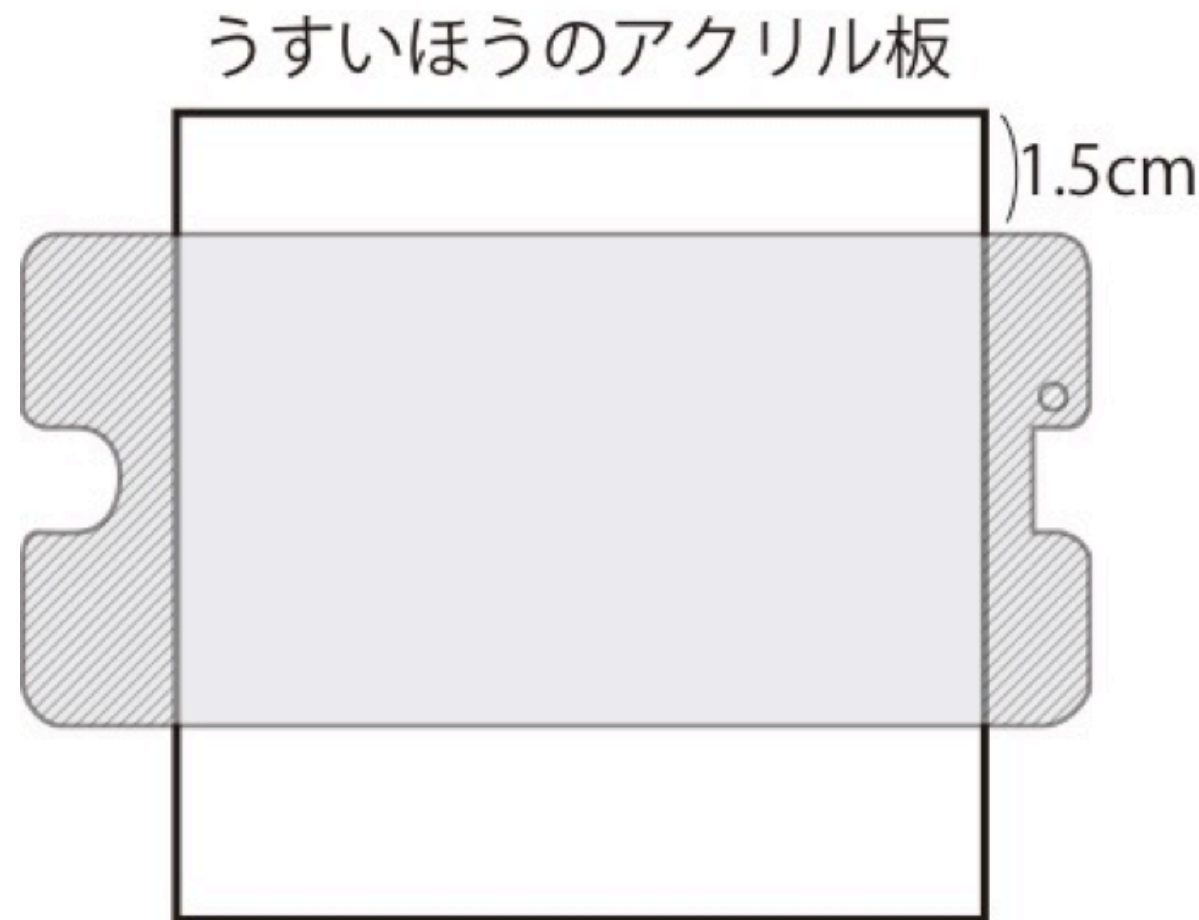
(3) マジックミラーの工作

図のようにLEDテープのシールをはがして工作用紙の谷間に固定します。



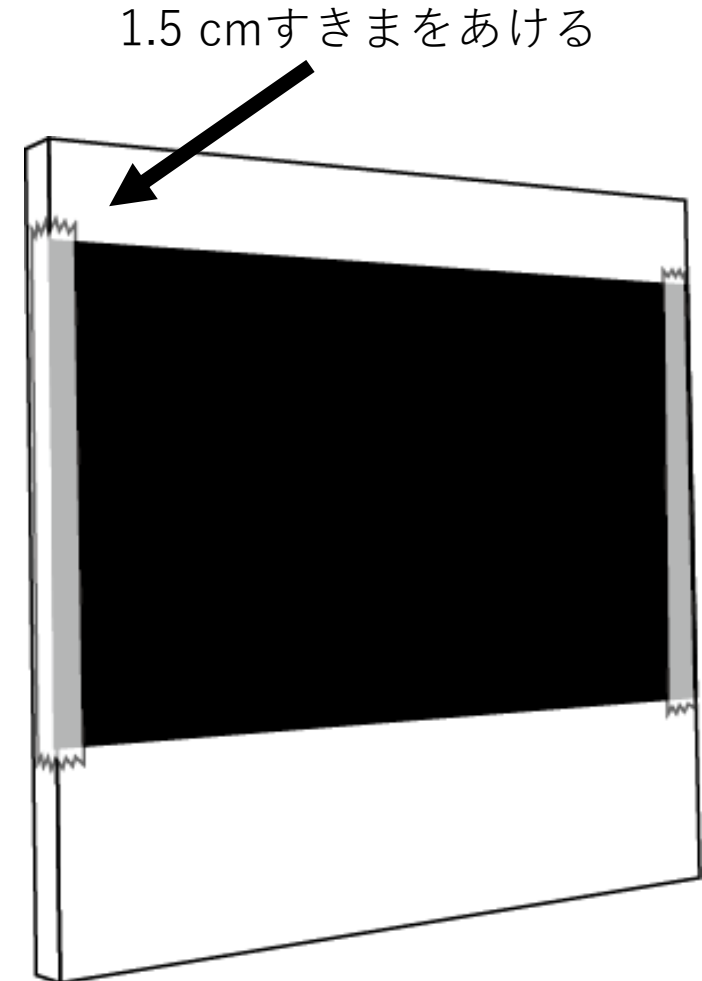
(3) マジックミラーの工作 (続き)

- うすい方のアクリル板B(厚さ1 mm)の保護シールの片面だけはがします
- マジックミラー裏面(粘着面)の保護シールをはがします
- 図のように1.5 cmあけて、マジックミラーの粘着面を下側にして、アクリル板Bの上に貼ります
- マジックミラーのはみ出した部分をはさみで切り落とします



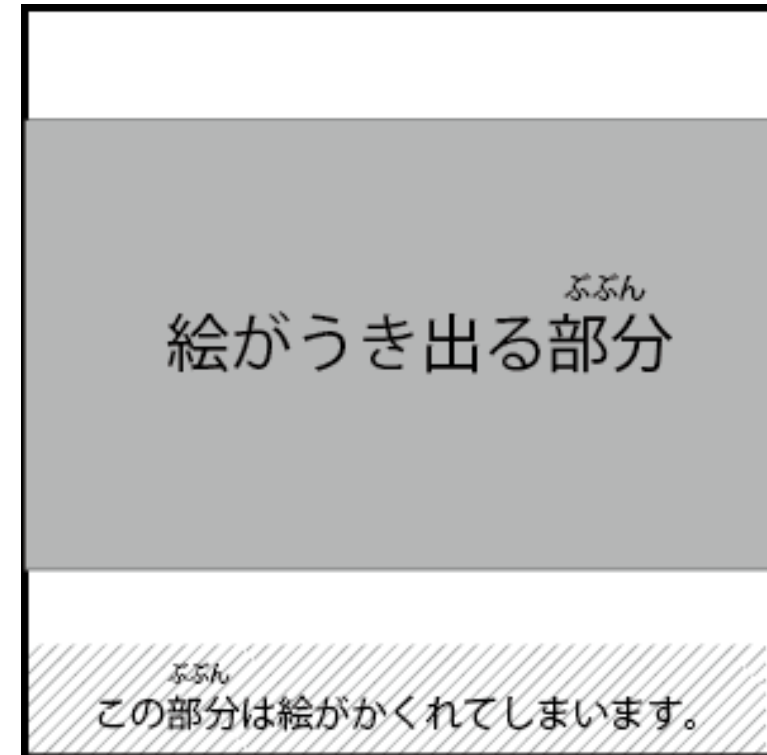
(3) マジックミラーの工作 (続き)

- 厚い方のアクリル板A(厚さ5 mm)の保護シールの片面だけはがします
- その面に上から1.5 cmあけて黒画用紙をのせ、左右両端をセロハンテープでとめます。



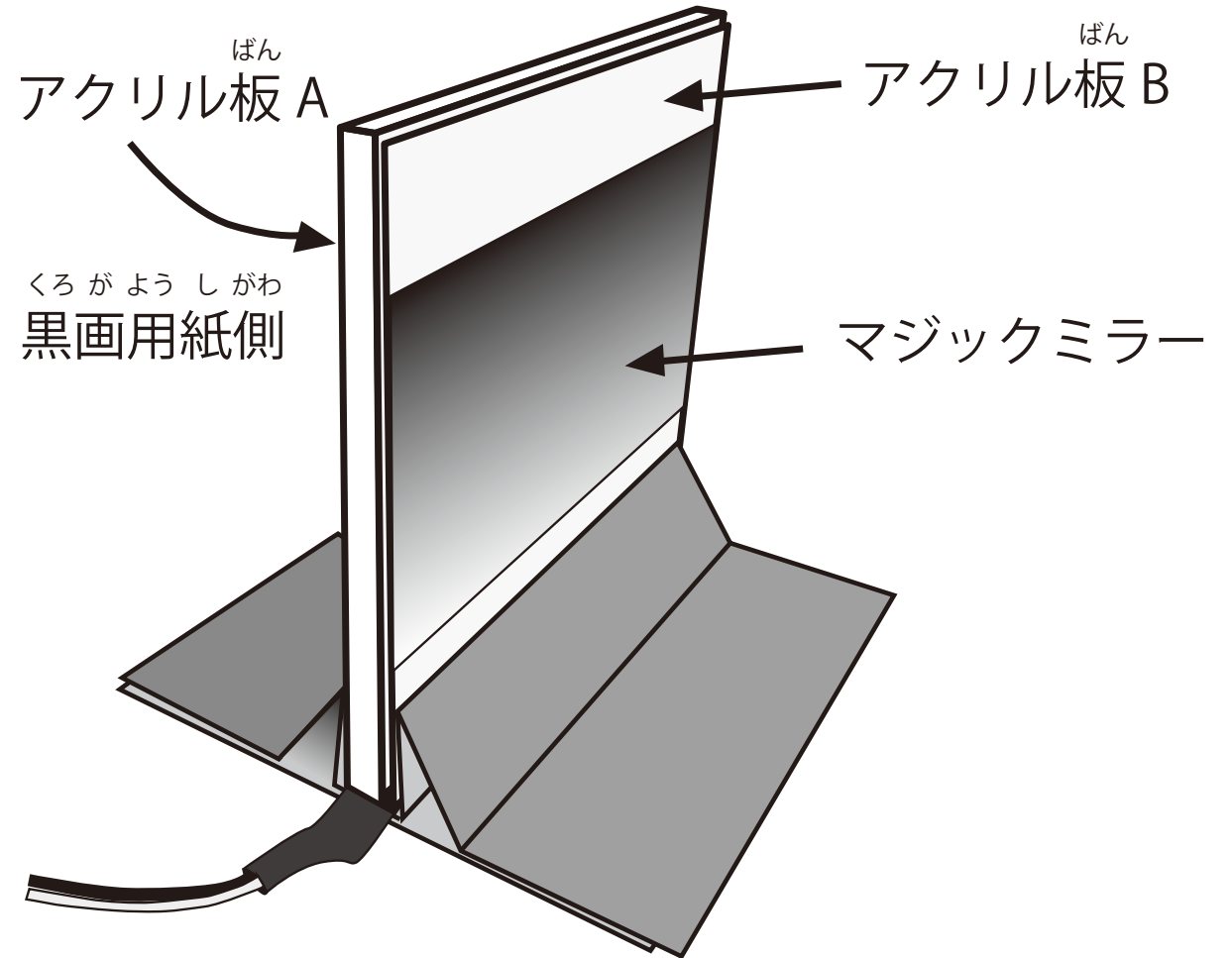
(3) マジックミラーの工作 (続き)

- アクリル板A(厚さ5 mm)の黒画用紙を貼っていない面の保護シールをはがします
- その面に蛍光ペンで字や絵を書きましょう
- 図のように、黒い画用紙がはってある部分に絵を書きます
- 下の方は台にかくれてしまいますので、この部分には絵を書かないこと



(3) マジックミラーの工作 (続き)

- アクリル板Bの保護シールをはがします。
- 図のようにミラー台にアクリル板Aとアクリル板Bを乗せます



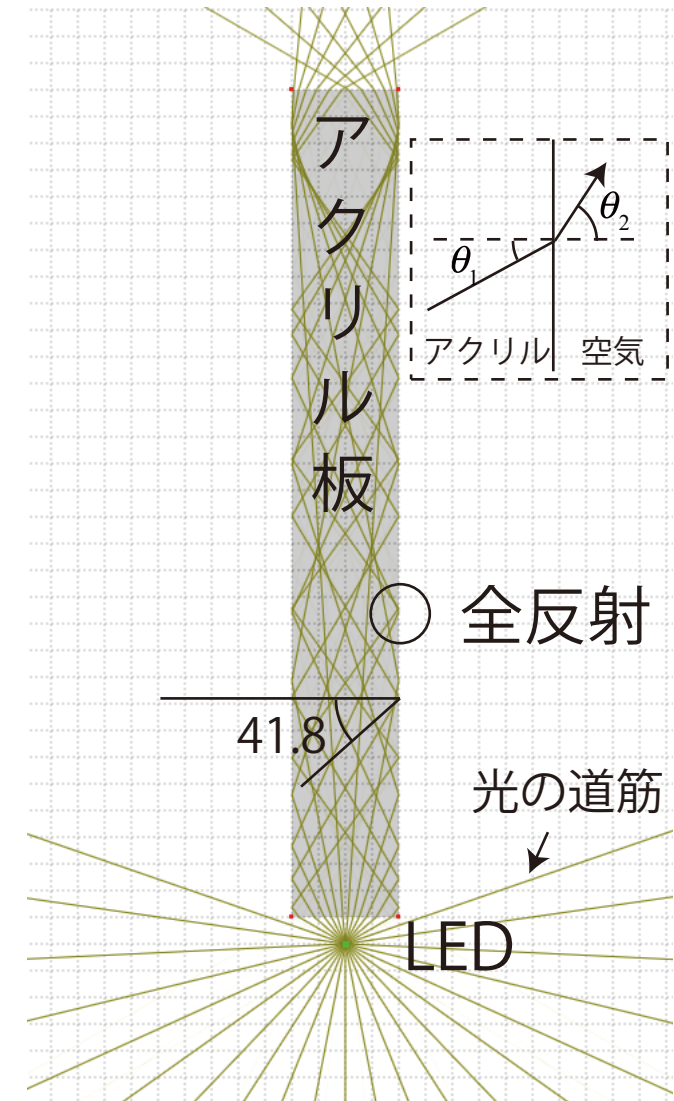
(5) ふしぎな光るミラーの完成

- 電池を電池スナップにさします
- 書いた絵が浮かび出ます
- スイッチはありませんので電池スナップをはずしてLEDを消します
- 電池をミラー台に両面テープで固定して完成です



先生・保護者の皆様へ

- この工作では、アクリル板の中からLEDの光を当てることで均一にきれいに絵を浮かび上がらせるようにしました。
- その仕組みを図に示します。図はアクリル板を横方向から見た図になります。

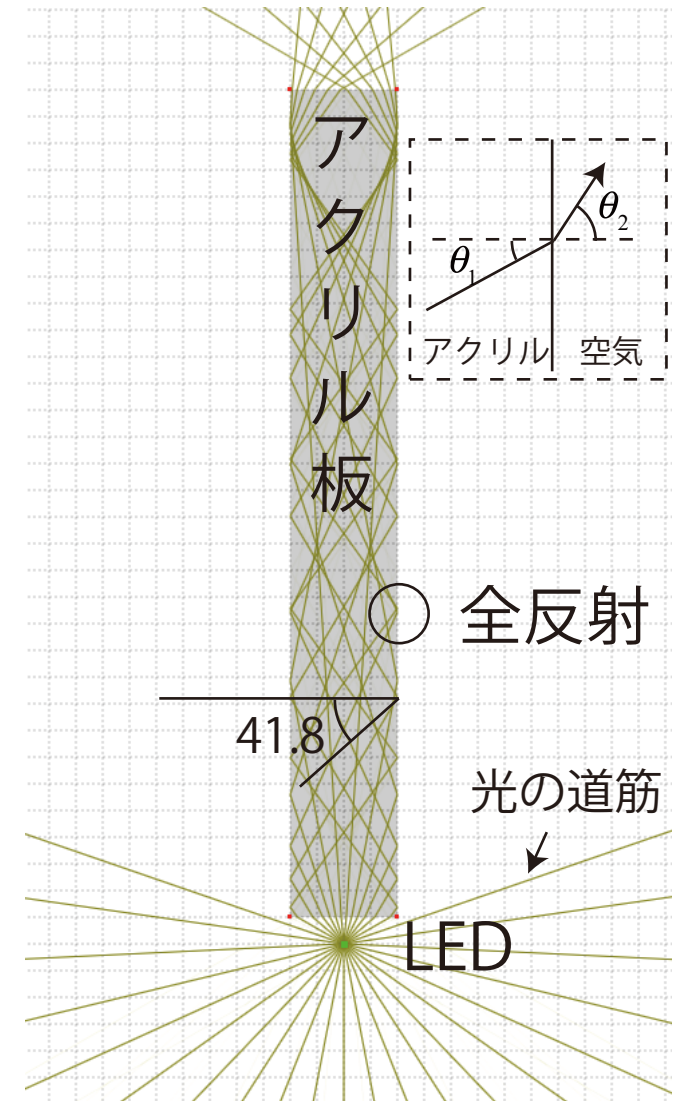


先生・保護者の皆様へ（屈折と全反射）

- アクリルと空気（屈折率1）の境界では、屈折と反射が起きます。
- この場合、図のように屈折率 n 、入射角 θ_1 、屈折角 θ_2 とすると、スネルの式が成り立ちます。

$$n \sin \theta_1 = 1 \times \sin \theta_2$$

- 屈折角 θ_2 が 90° になると全反射が起きて、光が空気側に出なくなり。
- $\theta_2=90^\circ$ として入射角 θ_1 を求めると $\theta_1=41.8^\circ$ となり、この時全反射が起きます。
- 図のアクリル板内の光の道筋を見ると、アクリル板の表面での入射角は全て 41.8° 以上であり、アクリル板内の光は全反射していることがわかります。



先生・保護者の皆様へ（光る理由）

- 光が全反射してアクリル板の外に光がもれないのなら、板の上に書いた絵にもLEDの光が届かないので、絵が光らないのでは？という疑問があるかも知れません。
- 全反射の場合でも、実は、少しだけ光が漏れているのです。
- 図のようにアクリル板表面での全反射では約 $0.1\ \mu\text{m}$ だけ空気側に染み出しています（この光をエバネッセント光といいます）。この染み出し効果により蛍光インクにLED光が当たり、光るのです。

