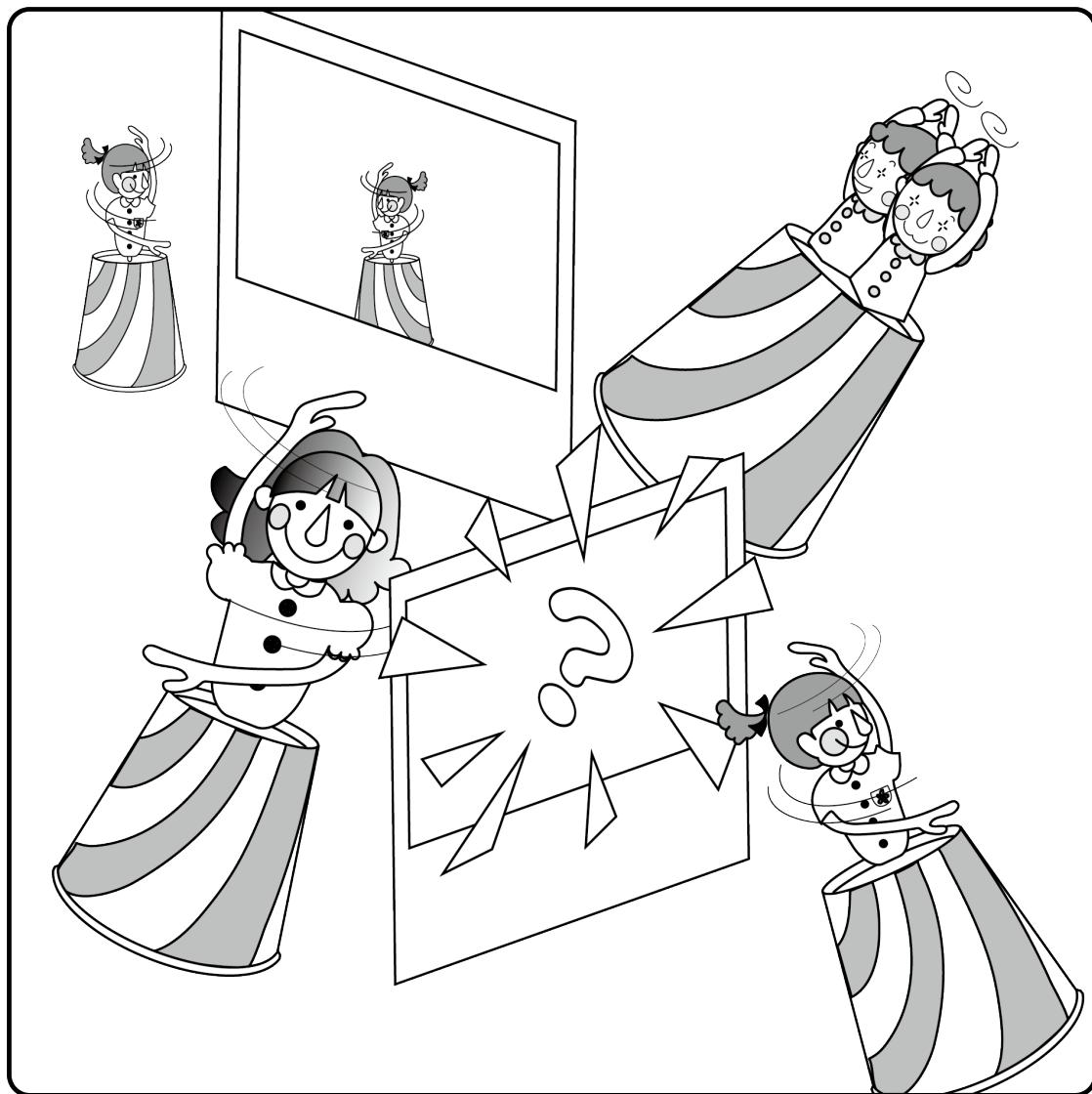


第23回「リフレッシュ理科教室」（東海支部名古屋会場）

伝わる？ 伝える？ おもしろ工作

令和2年8月7日（金）、8日（土）
名古屋市科学館



主催：公益社団法人応用物理学会、名古屋市科学館

第23回「リフレッシュ理科教室」（東海支部名古屋会場）

伝わる？ 伝える？ おもしろ工作

令和2年8月7日（金）、8日（土）
名古屋市科学館

●8月2日（金）
先生のための理科実験工作教室（実験工作室）
[14:00～17:00]

●8月3日（土）
小中学生のための理科実験工作教室（実験工作室）
[10:15～15:30]

主 催
公益社団法人応用物理学会、名古屋市科学館

協 賛

この科学教育・啓発事業は下記の各会社のご賛同とご協力を得て実施しています。
有限会社アルファシステム、オサワ科学株式会社、株式会社片桐エンジニアリング、
有限会社サイエンス商会、三弘エマテック株式会社、株式会社テクノ西村、
有限会社中井電気工事、名古屋科学機器株式会社、株式会社花市電子顕微鏡技術研究所、
株式会社フジミインコーポレーテッド、ムラセ印刷株式会社、株式会社LIXIL

寄 附
小島プレス工業株式会社

(50音順)

問い合わせ先
名古屋市科学館「リフレッシュ理科教室」係
〒460-0008 名古屋市中区栄2-17-1 TEL: 052-201-4486(代)、FAX: 052-203-0788

現地実行委員長
名古屋工業大学大学院工学研究科ながれ領域 小野晋吾
〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 TEL/FAX: 052-735-7917
(表紙イラスト: 竹岡千穂・高井吉明)

「リフレッシュ理科教室」の開催にあたって

公益社団法人 応用物理学会 教育企画委員会 委員長
香野 淳 (福岡大学)

<小中学生のみなさんへ>

晴れの日の青い空を見るとすっきりした気分になりますね。また、赤い夕焼けもきれいです。天気が悪い日は、雲で空が覆われて暗い気分になりますが、この雲をよく見ると、ぐちやぐちやした中にきれいに模様がならんでいたりします。雨の日には、すごく高い所に浮かんでいる雲から雨粒が降ってきますが、当たっても痛くないです。雨上がりの虹も七色の模様がきれいです。

私たち、この様な自然の中に生き、日々生活をしています。自然の現象には、人の命をおびやかす台風や地震などもありますが、人の命も自然現象のひとつです。みなさんはこの様な自然現象がなぜ起きるか不思議に思うことはありませんか。

また、わたしたちの身のまわりには便利な道具がたくさんありますが、どうしてテレビは映るのか、どうして携帯電話で遠く離れた人達と話ができるのか、なぜ冷蔵庫の中は冷たいのか、どのようにして自動車は動くのかなど、不思議に思うことはありませんか。

皆さん、「なぜ？ どうして？」と不思議に思い、その「仕組み」について考えることはとても大切です。理科は、みなさんの不思議を解決し、「そうか！ こんなふうになっていたのか！」と納得するためのとても大切な学問なのです。

リフレッシュ理科教室では、みなさんに「理科は楽しいな！ おもしろいな！」と思つてもらえるように、作って遊んで楽しい工作実験を準備しました。さあ工作に挑戦してみましょう。そして、作ったものの「仕組み」を考えてみましょう。わからないことや不思議に思ったことは、なんでもスタッフにたずねてみてください。

<教師・保護者の皆様へ>

未曾有の惨事となった東日本大震災（2011年3月）から既に9年が経過しましたが、現在でも完全に復興したとは言えず、まだこれから道のりは長いと考えられます。第2次大戦後そうであった様に、資源の乏しい我が国が復興を成し遂げるには科学技術開発やこれを支える優れた人材の育成が重要です。応用物理学会は、人類の豊かな暮らしに資する科学技術の研究開発を目指す人たちで構成される公益法人として、次世代の研究者や技術者を育成する役割を担っており、1997年より毎年、日本各地において先生方に科学技術の素晴らしさを伝える「リフレッシュ理科教室」を開催し、その素晴らしさを児童・生徒に伝えていただくことを目的として、小中学校の先生が教育現場で利用できる理科実験や教材工作の紹介や最新科学技術を知る機会の提供を行っています。身の回りには、たくさんの自然現象があり、科学技術が生み出した多くの製品があります。自然現象や物理現象を解き明かし、新しい技術を開発する源になる学問が理科です。私たちは小学生や中学生の皆さんに新鮮な興味と感動を体験できる場を提供することで、理科好きな児童・生徒が増えることを願っています。

謝辞 「リフレッシュ理科教室」は、応用物理学学術・教育奨励基金、応用物理学会将来基金により支援いただいている。

第23回「リフレッシュ理科教室」（東海支部）の開催にあたって

公益社団法人 應用物理学会 東海支部
支部長 江龍 修
(名古屋工業大学産学官金連携機構)

私達の身の周りには、携帯電話、パソコン、冷蔵庫、テレビなど、最先端の科学技術によって作られた製品がたくさんあります。これらは、「どのようなしくみになっているのだろう？」「どのようにしたら、もっと性能を上げられるのだろう？」と日々考え、様々な工夫を凝らして開発されたものです。「モノづくり」を支えているのは、知的好奇心や探求心です。私たちが小さいときには、自然の中を走り回って色々なものを観察したり、身の回りのものを使って遊び道具を作ったり、ときには電化製品を分解したりして好奇心を育んできました。

「理科」は、自然現象や物理現象を解き明かし、さらに工夫を凝らして新しい技術を作り出すための学問です。小学校の学習指導要領では、「理科」を通して、自然に親しみ、見通しをもって観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養うことを目的としています。近年、青少年の「理科離れ」や「物理嫌い」が深刻化していることが問題視されています。自然に触れ合う機会が少なくなるとともに、多くの製品がますますブラックボックス化して、物理現象を理解し、楽しむ機会が減っていることも要因のひとつと考えられます。日本経済を活性化し、我が国が「科学技術立国」として更なるイノベーションを進めていくには、次世代を担う青少年に対する理科教育の充実が不可欠です。

応用物理学会東海支部では、次世代の科学技術を担う青少年が理科の素晴らしさに気づき、科学技術への理解を増進するために、平成10年度より20年以上に亘って小中学校の先生や児童・生徒を対象とした「リフレッシュ理科教室」を開催しています。今後も文系出身の小中学校の先生も含めて、理科の面白さを知って貰いたいと願っています。

「リフレッシュ理科教室」は、実際の教育現場で利用できる実験や工作を紹介し、現場の理科授業・課外活動に活かしていただくとともに、小中学校の児童・生徒に実験工作を楽しんでもらう体験学習を通して子供達に理科や最新の科学技術に親しむ機会を多く作り、子供達に対して身近に科学技術を面白く語ることの出来る人を増やし、そして次世代の科学技術の担い手となる子供達を多く育てることを最終目的としています。

東海支部では、普段は最先端の研究開発に携わり、応用物理の分野で第一線の研究者として活躍している東海支部幹事が知恵を絞って、安全で理科に興味を持たせる、学会オリジナルの工作テーマを毎年検討して発案しています。今年度も県教育委員会、市町村教育委員会、各地の科学館、多くの後援団体ならびに協賛企業の皆さんのご協力を得て、静岡大学浜松キャンパス、岐阜市科学館、名古屋市科学館でリフレッシュ理科教室を開催します。この他、地域の小中学校を訪問する出張理科教室や複数の学協会などと連携した理科工作教室など、理科啓発・教育活動を積極的に展開しています。

このような活動を通じて、小中学校の教育現場との連携を深め、子供達が理科に興味をもち、理科を好きになってくれることを願っています。最後に、本教室の開催にご賛同ならびにご協力いただきました企業の皆様に、心から厚くお礼申し上げます。

もくじ

理科実験工作教室 「伝わる？ 伝える？ おもしろ工作」

ようこそ理科実験工作教室へ	1
何ができるかな？ふしぎな光るミラー	2
岐阜工業高等専門学校 羽渕 仁恵、愛知工業大学 中野 寛之	
クルクル回ろう！2人でスピン 一磁石のおもちゃやー	8
中部大学名誉教授 岡島 茂樹	
理科実験工作教室の先生の自己紹介	19
実行委員会委員	23
協賛会社の社会貢献・CSR活動のご紹介	25
主催・後援・協賛・連絡先	27
修了証	28

りかじつけんこうさくきょうしつ ようこそ理科実験工作教室へ

今年の「リフレッシュ理科教室」のテーマは「伝わる? 伝える? おもしろ工作」です。

みぢかとこすいろいろつたひかりちからあとねつひかりみぢか
身近な所には色々、伝わるものがあります。光、力、音、熱、などです。光は身近な存在ですが、色々不思議な性質を持つています。例えば、光が鏡で反射したり、異なる物質の境界で屈折したりします。力も色々な伝わり方をします。重力、磁力、色々な力が互いの物質に働き、伝わっていきます。今回は、不思議な、光と力の伝わり方を使った実験工作を2つ用意しました。これらの工作を通じて、光の不思議な性質について考えてみましょう。

1 何ができるかな? ふしぎな光るミラー

この工作は、ハーフミラーとバックライトパネルを組み合わせた構造を有しており、バックライトパネルは光ファイバーのしくみを応用したLED導波路となるアクリル板です。ハーフミラーは、一見普通の鏡ですが、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「魔法の鏡」です。サングラス等でも使われているマジックミラーの原理を活用したものです。アクリル板の表面に、浮かび上がらせたい文字や絵を蛍光ペンで書くと、これらが青色LEDによって美しく発光します。

2 クルク回ろう! 2人でスピン 一磁石のおもちやー

この工作では、紙コップに仕込んだ磁石と人形に仕込んだ磁石の間に働く磁力、そして人形の磁石と厚紙の間に働く摩擦力の相互の関係で、クルクル回る人形を作ります。この工作は、今年4月11日に亡くなられた岡島先生が昨年考案、提案されたものです。

今年は新型コロナウイルスの感染が世界中に拡がり、この理科教室も実施出来るかどうか難しい状況で準備してきました。何とか開催出来るように祈っています。

これらの実験工作的体験を通して、理科の楽しさを感じ取ってください。

げんちじつこういいんちゅう 現地実行委員長 おの 小野 しんご (名古屋工業大学)

り か じつけんこうさくきょうしつ
理科実験工作教室

「伝わる? 伝える? おもしろ工作」

何がでるかな？ふしぎな光るミラー

岐阜工業高等専門学校 羽渕 仁恵

愛知工業大学 工学部 中野 寛之

1. はじめに

「何がでるかな？ふしぎな光るミラー」は、一見普通の鏡ですが、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「魔法の鏡」です。この工作にはいくつかの物理の原理を取り入れています。文字や絵は身近にある蛍光ペンでアクリル板に書いて蛍光という現象で光らせます。蛍光するためには光源が必要で、青色LEDを用います。LEDの光はアクリル板の中を通すことで、書いた絵を均一に美しく光らせます。これは光ファイバーと同じ原理で、アクリル板を光導波路として利用します。LEDが光っていないときは文字や絵が見えないようにするために、サングラス等でも使われているマジックミラーの原理を取り入れています。

浮かび上がらせたい絵は蛍光ペンを使って自由に何度も書くことができます。蛍光ペンによって光る色や明るさが違いますので、いろいろな絵を書いてみると、新しい発見があるかもしれません。

2. 準備するもの

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、電池スナップ、工作用紙(30 cm×10 cm)、黒画用紙(10 cm×6 cm)

道具：両面テープ、セロハンテープ、目打ち、鉛筆、蛍光ペン、ハサミ、定規

3. 作り方

3.1 電気回路の工作

1) 図1 のように LED テープの赤い線と電池スナップの赤い線の先端の金属の部分をねじります。ねじつたら、図2 によりセロハンテープでおおいます。

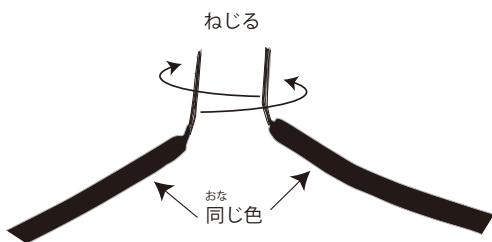


図1 線をねじる

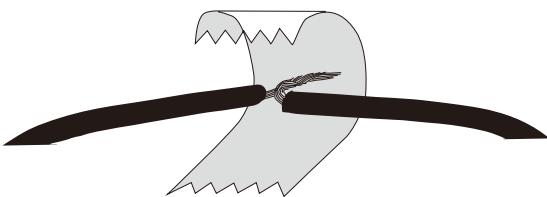


図2 セロハンテープでおおう

2) LED テープの黒い線と電池スナップの黒い線も同様にねじって、セロハンテープでおおいます。

3) 電池スナップに電池を入れて、LED が点灯することを確認しましょう。確認が終わったら、電池を外します。

3.2 ミラー台の工作

1) 工作用紙を 17cm と 10cm の長さに切れます。

2) 17cm に切った工作用紙を図3 の枠の上に置いて、①から⑥まで鉛筆と定規を使つて線を書きます。さらにその上から自打ちで線をなぞり、折り筋をつけます。

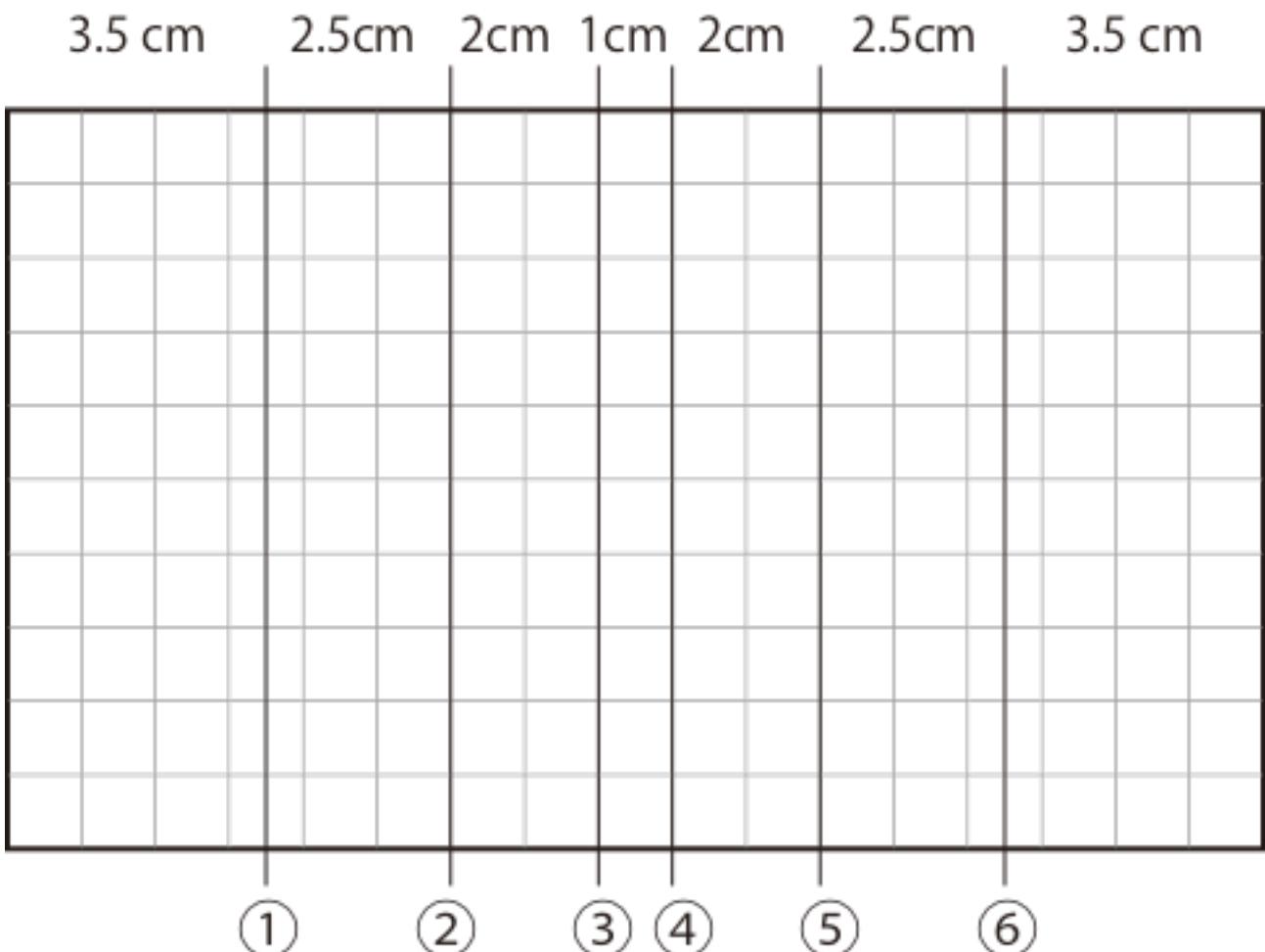


図3 工作用紙につける線の位置。工作用紙をこの上において線を書きます。(実寸)

- 3) 図4のように①から⑥の折り筋にそって谷折り、山折りします。
- 4) 図5のように10 cmに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。

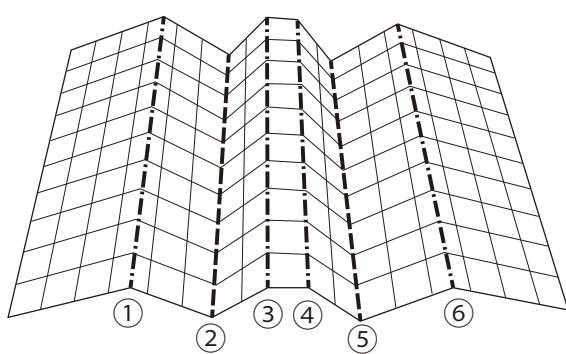


図4 工作用紙の折り方

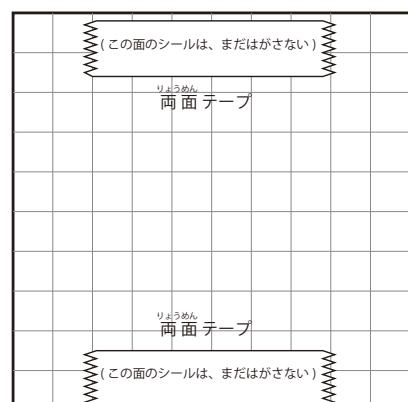


図5 工作用紙に両面テープを貼る

5) 図6のように2枚の工作用紙の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固定します。

6) 工作用紙を手でおさえたとき山の形が図7のようになっているか確認しましょう。図7のようにならないときは、図6の右側の工作用紙のずらす長さを変えてセロハンテープを貼り直します。

7) 工作用紙に貼つた両面テープのシールを2枚ともはがして、もう一度、図7のように手で押さえてくっつけます。

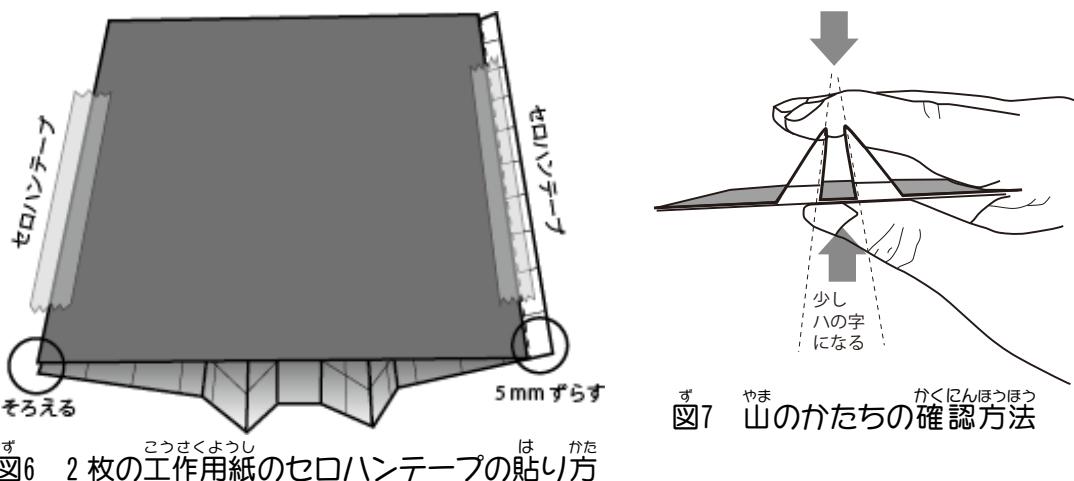


図6 2枚の工作用紙のセロハンテープの貼り方

8) 図8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。

9) うすい方のアクリル板B(厚さ1mm)の保護シールの片面だけはがします。マジック

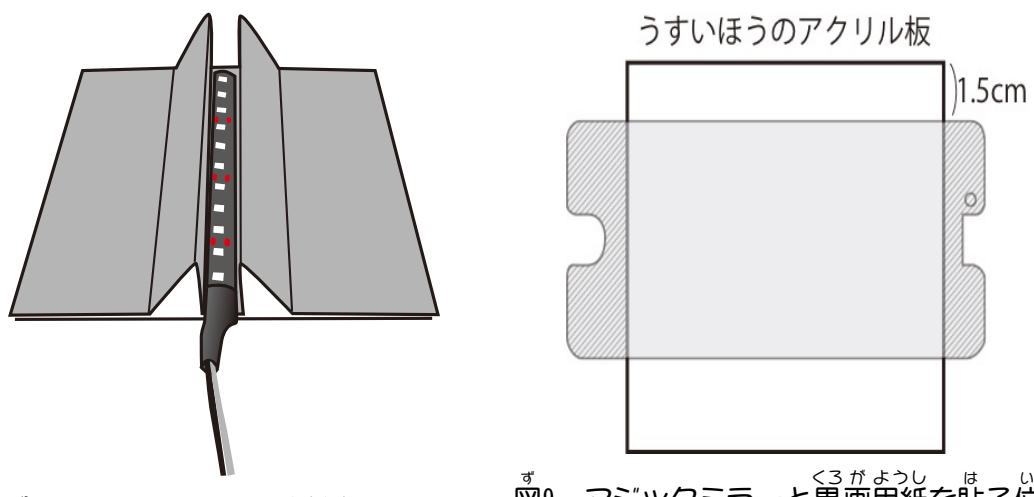


図8 LEDテープの固定方法

図9 マジックミラーと黒画用紙を貼る位置

ミラー裏面(粘着面)の保護シールをはがして、図9の様に1.5cmあけて、アクリル板Bの上に貼ります。はみ出したマジックミラー(図9の斜線の部分)ははさみで切り落とします。

10) 厚い方のアクリル板A(厚さ5mm)の保護シールの片面だけはがします。その面に図9のマジックミラーと同じ位置に黒画用紙をのせて、図10のように左右両端をセロハンテープでとめます。

11) アクリル板A(厚さ5mm)
の黒画用紙を貼っていない
面の保護シールもはがしま
す。その面に蛍光ペンで字や
絵を書きましょう。図11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。

12) アクリル板Bの保護シールをはがして、図12のようにミラー台にアクリル板Aとアクリル板Bのを乗せます。

13) 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。

14) 電池をミラー台に両面テープで固定して完成です。

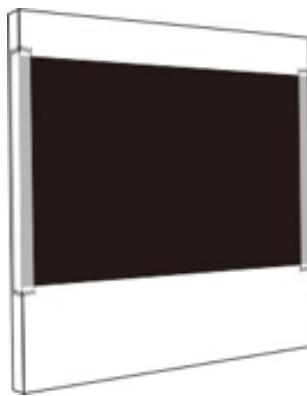


図10 黒画用紙をセロハンテープでとめる

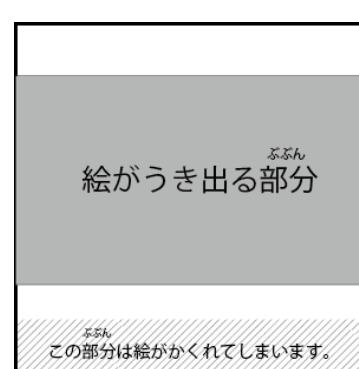


図11 アクリル板Aに書く絵の位置

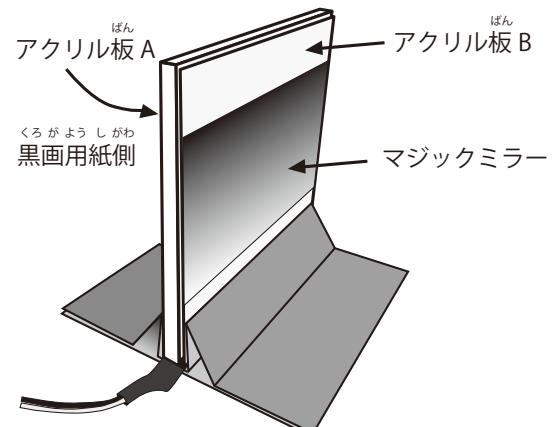


図12 アクリル板の固定方法

先生・保護者の皆様に

蛍光ペンのインクは波長の短い光（青色、紫色、紫外光）を当てると、当てた光より長い波長の光（緑、赤など）を出します。このような現象を蛍光といいます。この工作では、蛍光ペンで書いた絵を青色LEDで光らせるというものです。

教材の工夫したところは、どのように絵を光らせるかといふ点です。まず、絵は透明なアクリル板の上に書いて、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13に示します。図13はアクリル板を横方向から見た図になります。アクリル板の下からLEDの光を当ててアクリル板内に光を入れます。このときアクリルの屈折率を $n (=1.5)$ とします。アクリルと空気（屈折率1）の境界での光の屈折と反射は、図13のように入射角 θ_1 、屈折角 θ_2 として、スネルの式に従います。

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

この式の屈折角 θ_2 が 90° になると境界では全反射が起きて、空気側に光がもれなくなります。 $\theta_2=90^\circ$ として入射角 θ_1 を求めると $\theta_1 = 41.8^\circ$ となり θ_2 が 41.8° 以上で全反射します。図13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。全反射では表面で100%反射しますので光は減衰することなく光導波路としてアクリル板上側に伝わっていきます。実際には、図13の紙面方向にも光が広がっています。この方向に進む光において、空気との境界であるアクリル板の切り口では全反射せず、空気側に一部の光が抜けていきますのでアクリル板上側に行くほど光が減衰します。

全反射を利用した光導波路として光ファイバーがあります。光ファイバーの光導波路は細いチューブ状をしているのでどの方向からも光は抜け出すことができません。

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の光が届かないで蛍光しないのではという疑問が生じるかもしれません。図14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光が当たり蛍光します。

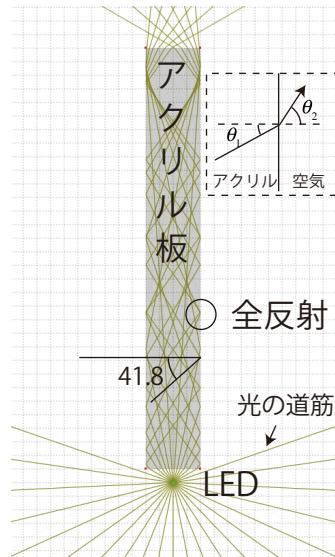


図13 アクリル板内の光の道筋

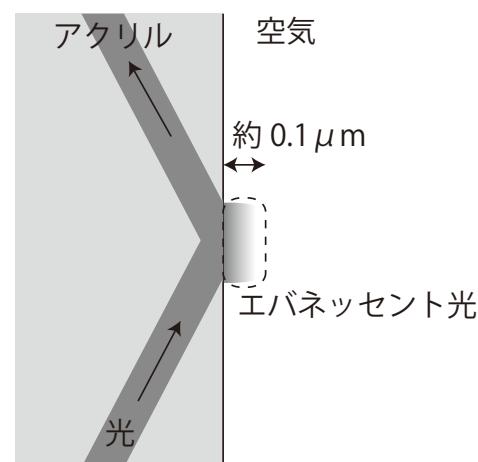


図14 エバネッセント光

まわ ふたり クルクル回ろう！2人でスピニ じしやく -磁石のおもちゃ-

ちゅうぶだいがく めいよきょうじゅ おかじま しげき
中部大学 名誉教授 岡島 茂樹

1. どのような工作でしょう

紙コップにセットした厚紙製のステージに男女の人形を乗せます。そしてこの厚紙のステージを押したり引いたりすると、不思議！ 男女の人形がステージを動かした方向に少し動きますが、その後、互いに逆方向にクルクル回転（スピニ）します。



2. スピニ人形の構造と仕組み

今回の工作は磁石の引き合う力、物体が動く時の直線的な移動のし易さと回転し易さを利用した考えるための工作です。

物体には重さの中心（重心）があります。また、物体は移動する時にこの中心が移動します。さらに、物体が動く場合、回りの物との間に、動きにくくする力（摩擦力といいます）が働きます。この動きながら回転する人形の場合、摩擦力には直線的な移動を妨げる力（滑り摩擦力）と回転を妨げる力（回転摩擦力）があります。磁石にはN極とS極があつて、同じ磁極同士は反発し、異なる磁極間には引力が生じます。2つの磁石を逆極性に配置して引力が働いている場合、その引力は距離が長くなると急激に小さくなります。

今回の工作は、図1のよ
うな構造をしています。紙
コップの内側の底に 60°
に傾けた円形フェライト
磁石（直径約15 mm、厚さ
約8 mm）を互いに逆極性
になるように 2枚貼り付け
ます（固定磁石）。

紙コップ裏底にスライ

ドベルト用の厚紙が通る幅約3 cm のスリットを作ります。そのスリットに長さ約20 cm の厚紙ベルトを通します。

その厚紙ベルトの上に人形を貼つた逆極性に配置した 2組の小さい円形フェライト磁石（直径約8 mm、厚さ約5 mm）（可動磁石）をおきます。この配置では、それぞれの固定磁石の上に極性が互いに逆になっている可動磁石（人形）は離れてベルトの上に乘ります。

この状態で、スライドベルト（厚紙）を一方向に移動させると、磁力と可動磁石の滑り摩擦力の大きさによりますが、ベルトの移動方向に可動磁石が直線的に移動して止まります。可動磁石の移動が止まつた時に可動磁石の回転摩擦力が滑り摩擦力より小さい場合、固定磁石から受ける磁力の中心が可動磁石の重心からずれているために、可動磁石に回転力が働いて回転します。

今回は 2組の可動磁石と固定磁石をお互いに逆磁性になるように配置して、2つの可動磁石に男女の人形を貼り付け、互いに逆方向にスピンする人形を作る事にしました。こうすると人形が互いに同じ方向に動いて逆方向に回転します。

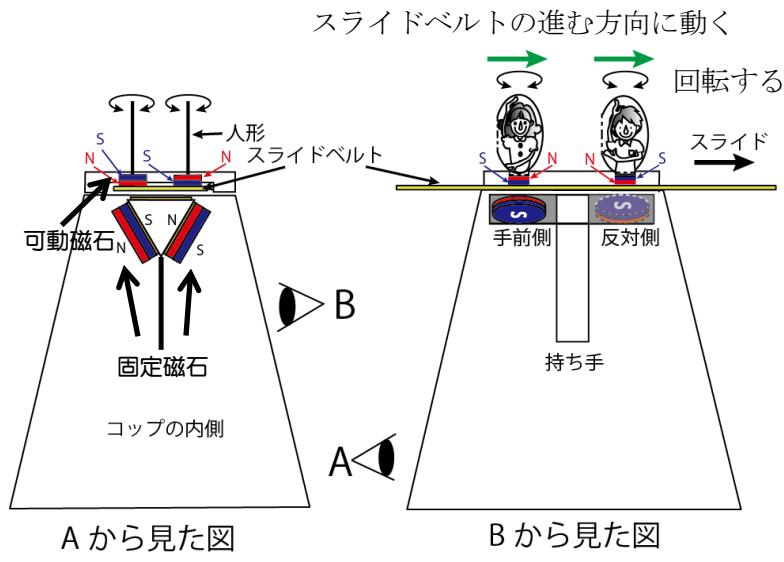


図1. スpin人形の構造と仕組み

仕組みをもう少し詳しく知りたい人は“6. 先生方へ”を見てください。

3. 材料・道具

材料

- 205 ml 紙コップ 1個

(同じ 205 ml 紙コップでもメーカーが違つ場合、図2、図4 の数値が変わる)

- 紙コップ底穴あけ位置決め型紙円板 (画用紙) (図2) 1枚
- 30 x 200 mm スライドベルト用厚紙 (板目紙) (図3) 1枚
- スライドベルト枠用スリット作成用紙 (画用紙) (図4) 1枚
- 直徑 15 mm、厚み 8 mm の両面着磁の円形フェライト磁石 2個
- 直徑 8 mm、厚み 5 mm の両面着磁の円形フェライト磁石 2個
- 三角柱台座用画用紙 (45 x 45 mm) (図5) 1個
- 持ち手用画用紙 (90 x 10 mm) (図6) 1枚
- 紙製人形 (図15) 2組

道具

- 強力両面テープ (厚手、薄手)、セロハンテープ

- ハサミ、押しピン

4. 作り方

4-1. 組立て前の準備 (図面の中の

寸法数値の単位は mm)

1. 紙コップ底穴あけ位置決め用型紙

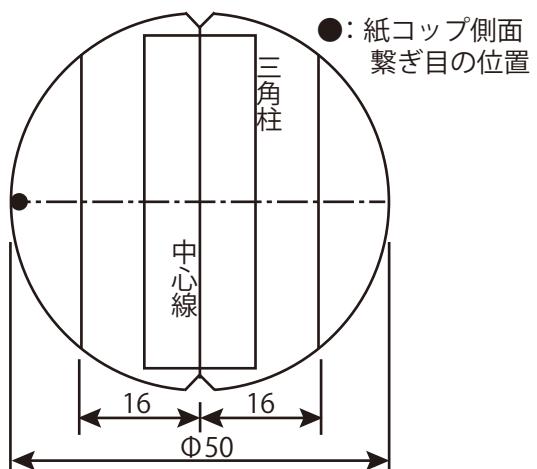


図2. 紙コップ底穴あけ位置決め用円板

つくる
を作る

がようし す かみ うらごと あん いち き かたがみ つく
用紙で図2のような紙コップ裏底に穴をあける位置を決めるための型紙を作ります。

2. 可動磁石を乗せて動かすためにスライドベルト用紙を作る

図3のように板目紙(厚紙)を切って、可動磁石を移動させるとスライドベルト用紙にします。

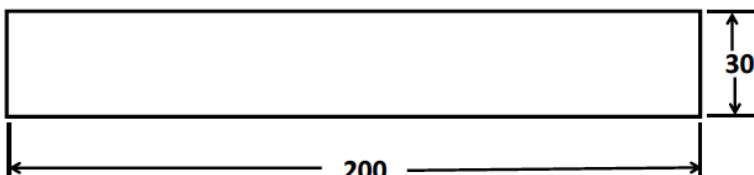


図3. 可動磁石を用いて動かすスライドベルト用紙

3. スライドベルト厚紙用スリット棒用紙を作る

かみ そとがわそこ だいざ
紙コップ外側底の台座に入
ライドベルト用厚紙が通るス
リットガイドをつ付けます。その

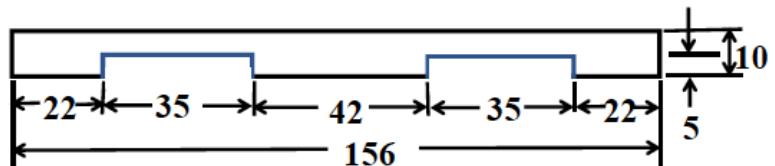


図4. 紙コップ外側台座にスリットを作る棒用紙

ためのスリハット枠を図4 の様に画用紙で作ります。

また、この枠は可動磁石の落下防止にもなります。

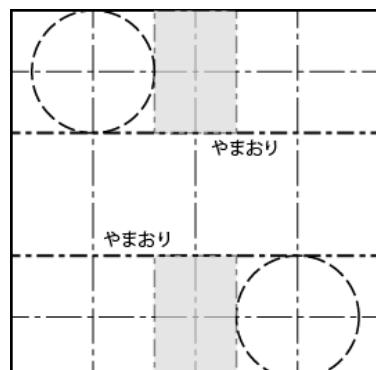


図5 固定磁石を貼り付ける三角柱台紙

さんかくちゅうだいし
ける三角柱台紙にします。

さらに、画用紙を図6 のよう
に切り、三角柱を紙コップ



図6 三
角
柱
を
紙
フ
ラ
ッ
プ
内
底
に
貼
り
付
け
る
時
の
持
ち
手
用
紙

内底に貼り付ける時の持ち手用台紙にします。

4-2. 組立て

1. 紙コップ底台座に可動磁石用スライドベルト厚紙を通すスリハットを作

る

図2 の型紙円板の裏側に両面テープを 5 mm程切つ
て貼つたら、それを紙コップの底(外側)に仮固定しま
す。型紙円板の中心線上下の切れ込み(V)の部分に
押しピンで、紙コップの底に穴を開けます(この時、
紙コップ側面の継ぎ目の硬い所がスリハット位置にこ
ないようにしておきます。円板の継ぎ目位置●と紙コ
ップ側面継ぎ目を合わせておくと良い
でしょう)。

カッターの刃を 5 cm程出します。

中心線から左右に 16 mm離れた 2本の線
に沿わせて、その刃を紙コップの底の
台座の上におきます。そのまま刃を押し
て紙コップ底台座の側面に切り込みを

入れます(32 mm幅になります)。この切り込
みの間の台座をハサミで切り取ります(図
8)。この時、紙コップ底の抜け落ちを防ぐた
めに底から側面を約1 mm 残すようにします。

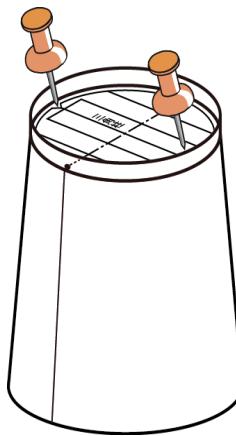


図7. 中心線上下の切れ込みに穴

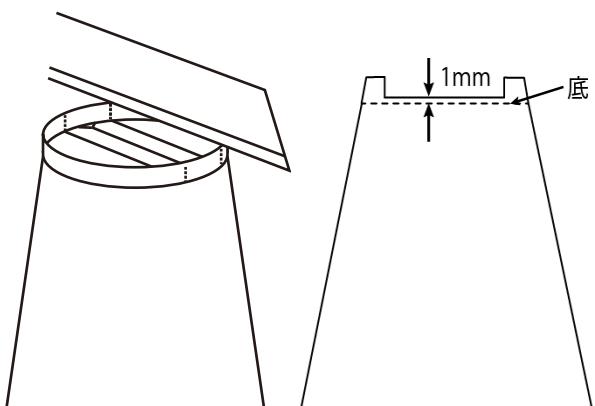


図8. 台座の側面に切り込み

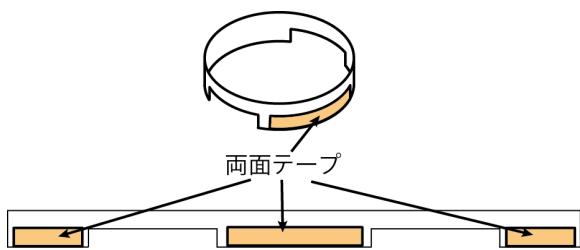


図9. スリハット枠作成

スリット枠に両面テープを貼り付けて円形にします(図9)。

それを紙コップ裏底台座に、スリット位置の切り込みに合わせて両面テープで貼り付けます(図10)。

このスリットに可動磁石用のスライドベルト厚紙が入ります。

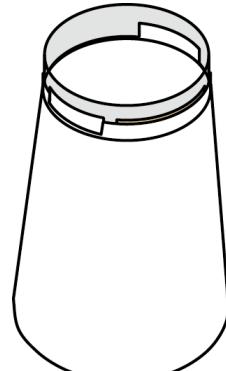


図10. 紙コップ裏底の
スリット作成

2. 固定磁石2枚を紙コップの内側の底に貼り付ける

図5の三角柱用紙の点線を山折りして接合位置をセロファンテープで貼り付け、三角柱を作ります(図11)。

図6の持ち手用紙を切り、山折り、谷折りして両面テープで三角柱に貼り付けます(図11)。

次に、三角柱に2枚の直径15mm円形フェライト固定磁石を、N極とS極が逆極性になるように、図の貼り付け位置に強力両面テープで貼り付けます(図12)。

三角柱の磁石を貼つていない底面に強力両面テープを貼ります(図13)。

固定磁石を取り付けた三角柱を型紙円板の中央線上に強力両面テープでしつかり貼り付け

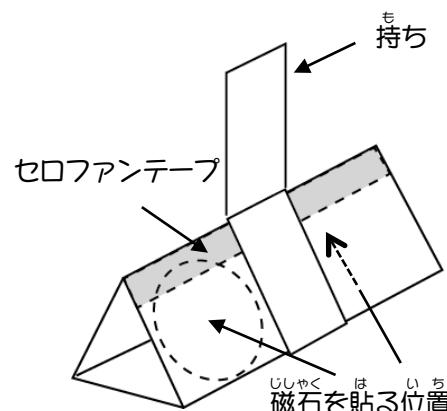


図11. 固定磁石取り付け三角柱の作成

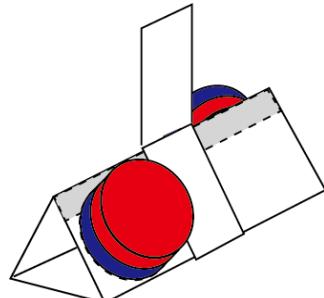
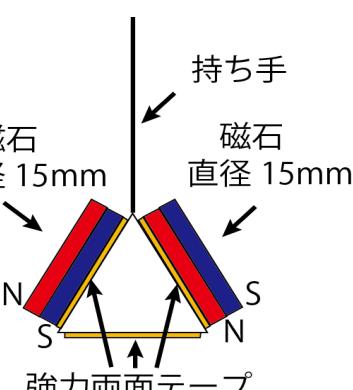


図12. 固定磁石の取り付け

底面に強力両面テープを貼り、固定磁石を三角柱に取り付ける



ます(図14)。

固定磁石を付けた三角柱を紙コップ内底の中央線上に貼り付ける(図15)。

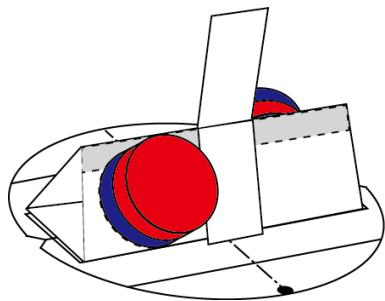


図14. 円板の中央線上に強力両面テープでしっかりと貼り付ける

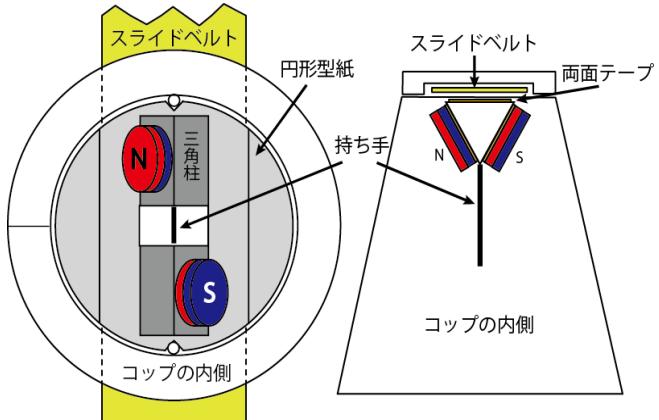


図15. 固定磁石を付けた三角柱を円板とともに紙コップ内底の中央線上に貼り付ける

3. スピン人形を作る

2体つながった人形型紙の周囲を切れます(図15)。

中央を山折りし(表・裏になるように)、下部を谷折りします(図16)。

人形型紙を両面テープで貼り、一体化します(図17)。

これを男女各1組作ります。



図15. スピン人形の実線を切る

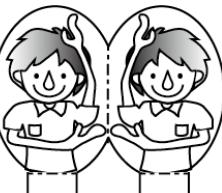


図16. スピン人形の真ん中で切る



図17. スピン人形の裏表を貼り合わせる

男女のスピinn人形をそれぞれ直 径8 mm の小さい円形フェライト磁石の上に強 力
両面テープで貼り付けます。この時、男女のスピinn人形を可動円形磁石の極 性が互い
に逆 になるように貼り付けます（図18）。



図18. 男女のスピinn人形を可動磁石に両面テープで貼り付ける

4. 紙コップの裏底スリットにスライドベルト厚紙を挿入し、その上にスピinn人形を乗せる

紙コップの裏底のスライド
ベルト用厚紙をスリットに差
し込み、その上に2体のスピinn
人形を乗せます。スピinn
人形を貼り付けた可動磁石と
紙コップ内側底に取り付けた
固定磁石の極 性が互いに逆
極 性になつてゐるので、人形
はくつかないで、図19 のよう

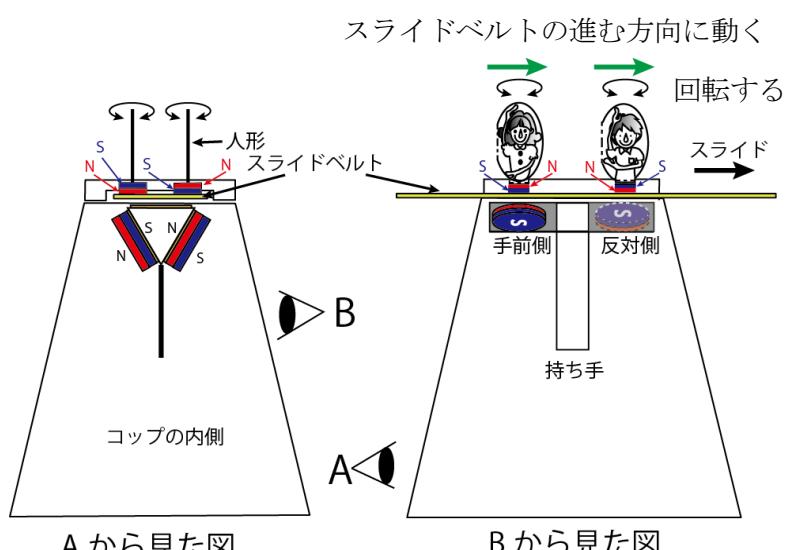


図19. スピinn人形の構造と仕組み

にベルト 上 の離れた位置で、固定磁石の近くに吸 着します。

5. 動かし方

スライドベルト上に可動磁石を付けた男女のスピニ人形をおき(図19)、スライドベルトを水平方向に動かすと、人形はスライドベルトのスライド方向に移動しますが、途中で止まり、その位置で人形は回転します。この時、向かい合う磁石の極性が互いに逆になつてゐるために、スピニ人形はお互に逆方向に回転します。スライドベルトを逆に動かすとスライドベルトの移動方向に移動し、ある位置で止まって逆に回転します。ベルトを速く動かすと速く動きます。

可動磁石を小さくすると速く動きます。動かし方を色々変えて、動きを観察してみましょう。

先生や保護者の皆様へ

工作物の構造と仕組み

一組のスピン人形の仕組みを解説します。コップの内側底に60°に傾けた円形フェライト磁石（固定磁石）を図20の方向に貼り付けます。紙コップ裏底のスリットに厚紙ベルトを通し、その上に人形を貼った可動小円形フェライト磁石を（固定磁石に引きつけられる方向に）置きます。この配置では、可動磁石の引力の中心（回転中心）が可動磁石の重心の位置から同一直線上を対向磁石の方向（図で左側）にズレます。

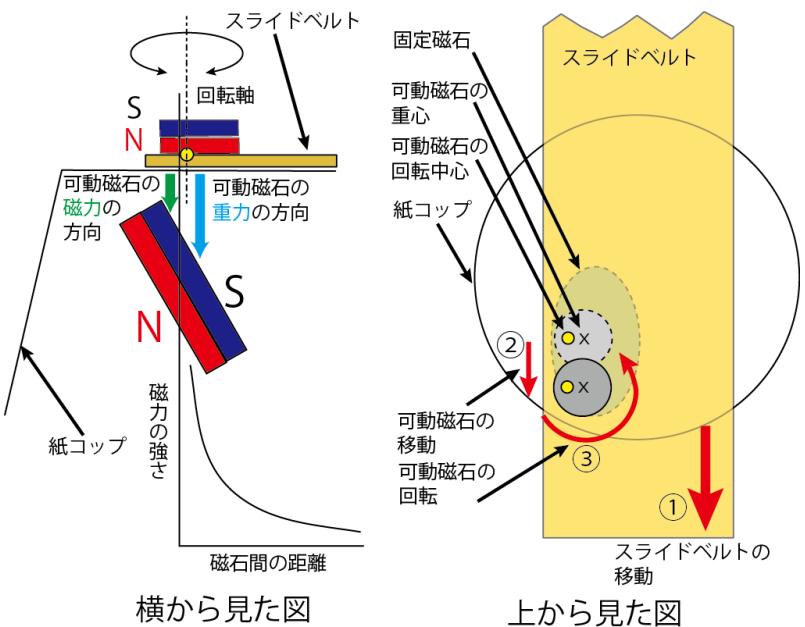


図20. スピン人形の仕組み

その状態で、厚紙ベルトを一方向にスライドすると（①）、可動磁石の磁力（図の緑↓）と滑り摩擦力の大小関係にもよりますが、可動磁石が厚紙ベルトの移動方向にズレます（②）。可動磁石と固定磁石の距離が大きくなると、さらに磁力が可動磁石の滑り摩擦力より小さくなります。また、この時、可動磁石の回転摩擦力が滑り摩擦力より小さい場合、滑るより回転しやすくなり、可動磁石は回転を始めます（③）。すなわち、厚紙の直線的なシフトにより可動磁石が同じ方向に移動、移動が止まると回転を始めます。もちろん、この動きは可動磁石の重さ、磁力の大きさ、摩擦の大きさ（可動磁石面とスライドベルトの間の滑り摩擦と回転摩擦の大きさ）等に依存します。

固定磁石と可動磁石の組み合わせで可動磁石を回転させる類似の物が幾つか紹介されています[1, 2, 3]、可動磁石に表面が球面のマグネットやピップエレキバンを使っている物があります。これ等の球面マグネットは接触面が点接触になるためスピンしやすい物が作れます、人形の回転軸が傾き、きれいなスピンになりません。そこで、ここでは接触面が平面の円柱状の小磁石を使いました。

可動磁石の回転中心をずらせる方法には幾つか考えられますが、ここではスライドベルトを使うことにしました。また、2体のスピン人形を互いに逆方向に回転するようにしました。この実験では、磁力による可動磁石の水平移動や回転運動を引き起こす不思議さを考えることができます。

スライド厚紙の表面あらさを変えたり、可動磁石を大きくして試すと面白いと思います。色々な工夫や改良ができると思います。試してください。

7. 参考文献

1. 戸田盛和著、「おもちゃの科学 1」（日本評論社）（1955 年 7 月 10 日）pp. 104-107。
2. 村田憲治（岐阜高校）「ピクリンはなぜ回転するの？」
3. 野呂茂樹（青森県板柳町少年少女発明クラブ）「磁石でくるくる」

追記：

岡島 茂樹先生は令和 2 年 4 月 11 日早朝に逝去されました。

この工作やテキストは昨年 10 月にご提案され、逝去される直前まで検討されたものです。

岡島先生のご冥福をお祈り申し上げます。

りかじつけんこうさくきょうしつ せんせい じこじょうかい
理科実験工作教室の先生の自己紹介
ねん がつついたちげんざい
(2020年4月1日現在)

せんせい じこじょうかい か
それぞれの先生に自己紹介を書いていただきました。

おかじま しげき
岡島 茂樹
まわ
(“クルクル回ろう！2人でスピinn 一磁石のおもちゃー” 工作担当)

ちゅうぶだいがく こうがくぶ そうぞうりこうがくじつけんしつ めいよきょうじゅ こうがくはかせ
中部大学 工学部 創造理工学実験室、名誉教授、工学博士

れいわ ねん がつ にち せいきよ
(令和2年4月11日ご逝去されました)

ねん がつ な う けん ほつりゅうじ にしやく いなか う はは えいきょう ごども
1942年6月に奈良県の法隆寺の西約4km の田舎で生まれました。母の影響で子供の
こころ しぜんかんさつ じつけん こうさく だいす はは いえ な や ち か だいどころ なま
頃から自然観察・実験・工作が大好きでした。母が家の納屋の地下に台所の生ゴミや
せいかつはいすい りょう はせいいそつ つく すいじ りょう ほし はなし
生活排水を利用したメタンガス発生槽を作つて炊事に利用したり、星の話をしてくれ
た
たりした事が強い印象として残っています。私も庭で植物を育てたり、いろんな物
かいけつ きょうかんそく じつけん こと す こづか た
を解剖したり、気象観測をしたり、実験したりする事が好きでした。小遣いを貯めて
ふひん か もの つく とく しょくがつごうじだい
部品を買い、いろんな物を作りました。特に、小学校時代に、レンズを買って
てんたいぼうしきょう じさく てんたいかんそく たの おほ
天体望遠鏡を自作して、天体観測したのが楽しかったことをよく覚えています。
ちゅうがくじだい でんぱ つよ かんしん も こうこうじだい がっこ べんきょう
中学時代は電波に強い関心を持ちました。高校時代は学校の勉強をあまりしないで、
あせん ねつちゆう でんぱ うちゆう せいふく おも
アマチュア無線に熱中しました。電波で宇宙を征服できると思っていました。
こうこうじだい はつめい き けんきゅう あこが
高校時代にレーザーが発明されたというニュースを聞き、レーザーの研究に憧れて
だいがく しんがく
大学に進学しました。

ねん とうきょうり か だいがくり がく おうようぶつりがっか にゆうがく ねん おおさか しりつだいがく
1963年に東京理科大学理学部応用物理学科に入學し、1976年に大阪市立大学
だいがくいんこうがくけんきゅうかはくしかていおうようぶつりがくせんこう まんきたいがく ねん ちゅうぶこうぎょうだいがく いま
大学院工学研究科博士課程応用物理学専攻を満期退学し、1977年に中部工業大学(今
ちゅうぶだいがく しゅうしそく まで だいがく とうきょうりがだい きょうだい おおさかしりつだい けんきゅうしょ
の中部大学)に就職する迄に、大学(東京理科大、京大、大阪市立大)を3つ、研究所
きそけん まわ ねんかん だいがくせいせいかつ おく いつかん
(NHK基礎研)を1つ回り、14年間の大学生生活を送りました。一貫してレーザーの

研究が目的でした。この大学生時代は、勉強したり、議論したり、発明や発見をしたり、歌つたり、恋をしたり、失恋したり、身体を壊したり、研究上のトラブルがあつたり、人の親切に支えられたり、いろんな楽しい思い出、苦しい思い出が沢山有りました。

今は高蔵寺ニュータウンに住み、中部大学を中心的に仕事をしています。私の専門はレーザー工学と物理教育です。レーザーの研究をはじめて45年以上になりますが、主なテーマは、赤外・遠赤外レーザーとその計測への応用で、特に、核融合のための超高温・高密度プラズマの計測への応用が一番関係深くなっています。他に、25年以上前から、子供、親子、先生、お年寄のための科学実験工作講座（年間に30回以上）を行なっています。最近、海外でもするようになりました。趣味はオペラを聞く事とオーケストラの伴奏で合唱する事です。オペラの全曲DVDを約180曲（約400演奏）持っています。その時の気分に合わせて聞いています。海外にも聞きに行きます。ベルディの「レクイエム」やオペラの合唱曲を歌うのも大好きです。

今回は「クルクル回ろう！2人でスピン」の工作テーマを提案しました。

なかの ひろゆき (“何ができるかな？ふしぎな光るミラー” 工作担当)
愛知工業大学 工学部 電気学科、准教授、博士（工学）

1976年2月に愛知県知立市で生まれました。実家は駅近くの線路沿いにありました。電車の通る音が少々うるさいのが欠点でしたが、我が家では逆に時計代わりに使つていました。朝の支度の時には「今、特急が通ったから早くしないと遅刻するよ。」なんて叱られることもしばしばありました。

専門分野は、ロボット教育と工学教育です。自律型ロボット教材の開発と教育的活用方法について学生達と日夜研究を重ねています。このように言うとかつこよく聞こえますが、「皆さんと一緒に楽しくロボットの勉強をしよう！」という活動です。

大学でロボット教室も開いていますので興味のある方は遊びに来てください。
子供の頃は本が好きな子でした。ジャンルは問わず、図鑑やカタログなども好きでした。もちろん、マンガも大好きでしたよ。やはりロボットやSF（スペースファンタジー）の作品はわくわくしました。最新の科学や工学の知識は、マンガで覚えたこともたくさんあります。今回共同で考案した“何ができるかな？ふしきな光るミラー”は、もともと羽渕先生が考案されたテーマにハーフミラーを追加したものです。皆さんも「何かを作つてみたい！」と思うことがありますか？その気持ちを大切に持つてください。“諦めなければ、いつか実現するときがきっときます。”リフレッシュ理科教室での出会いはほんのささいなですが、皆さんの夢を実現するきっかけやヒントになればうれしく思います。一緒にわくわく、ドキドキ、楽しい工作をしましょ。

【連絡先】

〒470-0392愛知県豊田市八草町八千草1247

TEL：0565-48-8121 FAX：0565-48-0070

E-MAIL：nakano@ait.ac.jp

ホームページ：<http://www.ait.ac.jp>

羽渕 仁恵 (“何ができるかな？ふしきな光るミラー” 工作担当)

岐阜工業高等専門学校 電気情報工学科、教授、博士（工学）

1969年12月に岐阜県関市に生まれました。小さい頃は、あまり勉強はできませんでしたが、よく外で遊ぶ普通の子どもだったと思います。スポーツ、習字はまったくダメでしたが、音楽と理科は好きでした。子ども向けの理科教材を買ってもらい毎月工作をしていました。中学校1年生のときにパソコンを買って、夢中になりました。

そのころはまだパソコンは普及していなかったので情報がなく試行錯誤してソフトを作り、カセットテープに保存するということを繰り返して楽しんでいました。

高等専門学校（高専）では、半導体薄膜の研究をしています。半導体とは電気が流れたり流れなかつたりする面白い材料ですが、電気の流れを制御できる技術が発明されたことにより私たちの生活には欠かせない材料となっています。半導体としてはシリコンが有名ですが、世の中には新しい半導体を作つてみようということで学生と研究しています。また、高専では、吹奏楽部と合唱部の顧問をしています。子どもたる頃、フルートを少し吹いていたので吹奏楽ならできるかな、と思って顧問になりましたが30年間フルートに触つていなかつたので今はほとんど吹けません。合唱は、趣味で市民合唱団の団長をしていることもあります。岐阜市にあるサラマンカホールで学生と団員と一緒に演奏したりして楽しくやっています。

今回は、“何ができるかな？ふしぎな光るミラー”という工作を考えました。この工作は最初、光を伝える光導波路の役目をするアクリル板と光源として青色発光ダイオード(LED)を使い、アクリル板の表面に描いた文字や絵を光らせるというものでした。

それに中野先生がハーフミラーを追加することを提案してくれました。一見、普通の鏡のようですが、LEDをオンになると、文字や絵(螢光)が浮き出るふしぎなミラーの工作となりました。うまく光りましたか？

光の不思議さや面白さを体験してもらえたうれしいです。

【連絡先】

〒501-0495 岐阜県本巣市上真桑2236-2

TEL:058-320-1355 FAX:058-320-1263

E-MAIL: habuchi@gifu-nct.ac.jp

ホームページ: <http://www.gifu-nct.ac.jp>

第 23 回「リフレッシュ理科教室」(東海支部名古屋会場) 実行委員会委員

応用物理学会東海支部 (50 音順、[] は担当 ; 太字は現地実行委員 & 協力者)

青木 裕介	三重大学大学院工学研究科	[企画]
有元 圭介	山梨大学大学院附属クリスタル科学研究センター	[企画]
生田 博志	名古屋大学大学院工学研究科	[企画]
池田 浩也	静岡大学大学院総合科学技術研究科	[企画幹事補佐]
伊藤 貴司	岐阜大学工学部	[企画]
伊藤 哲	静岡大学大学院総合科学技術研究科	[企画]
伊藤 昌文	名城大学理工学部	[庶務幹事、企画]
岩田 聰	名古屋大学名誉教授	[企画]
江龍 修	名古屋工業大学大学院工学研究科	[支部長、総括、実験工作教室]
岡島 茂樹	中部大学	[企画、テキスト、実験工作教室] (ご逝去)
荻野 明久	静岡大学大学院総合科学技術研究科	[企画]
小野 晋吾	名古屋工業大学大学院工学研究科	[現地実行委員長、広報幹事、企画]
河村 貴宏	三重大学大学院工学研究科	[企画]
久志本 真希	名古屋大学大学院工学研究科	[庶務幹事補佐、企画]
久米 徹二	岐阜大学大学院工学研究科	[企画]
河野 託也	岐阜工業高等専門学校	[企画]
小島 淳	名古屋大学未来材料・システム研究所	[支部長補佐、企画]
近藤 英一	山梨大学大学院総合研究部	[企画]
佐藤 英樹	三重大学大学院工学研究科	[企画]
澤田 和明	豊橋技術科学大学	[企画]
志村 洋介	静岡大学大学院総合科学技術研究科	[企画]
鈴木 克彦	浜松市トニクス株式会社	[企画]
高井 吉明	愛知工業大学大学院	[企画、実験工作教室]
竹田 康彦	豊田中央研究所	[企画]
田澤 真人	産業技術総合研究所	[企画]
立岡 浩一	静岡大学大学院総合科学技術研究科	[企画]
田中 功	山梨大学大学院附属クリスタル科学研究センター	[企画]
種村 真幸	名古屋工業大学大学院工学研究科	[企画]
土谷 徹	豊橋技術科学大学	[企画]
豊田 浩孝	名古屋大学大学院工学研究科	[企画幹事、企画]
中塚 理	名古屋大学大学院工学研究科	[企画]
中野 寛之	愛知工業大学工学部	[企画、実験工作教室]
西田 哲	岐阜大学大学院工学研究科	[企画]
鍋谷 暢一	山梨大学大学院総合研究部	[企画]
羽渕 仁恵	岐阜工業高等専門学校	[企画、テキスト]
早川 泰弘	静岡大学	[企画]
平松 美根男	名城大学理工学部	[企画]
藤原 純子	中部大学	[事務、実験工作教室]

藤原	裕司	三重大学大学院工学研究科	[企画]
牧原	克典	名古屋大学大学院工学研究科	[企画]
松井	龍之介	三重大学大学院工学研究科	[企画]
宮川	鈴衣奈	名古屋工業大学大学院工学研究科	[広報幹事補佐、企画]
三宅	秀人	三重大学大学院工学研究科	[企画]
宮崎	誠一	名古屋大学大学院工学研究科	[企画]
若原	昭浩	豊橋技術科学大学	[企画]

リフレッシュ理科教室の事業にご賛同戴いた会社の 社会貢献・CSR活動ご紹介コーナー

これまで、リフレッシュ理科教室は、多くの会社から支援を戴いて運営してきました。今年も協賛いただいた会社のうち、掲載を希望される会社についてその社会貢献活動をご紹介するコーナーを設けました。

オサワ科学株式会社

オサワ科学は最新のテクノロジーを提供出来る科学技術・情報商社として、科学技術の進歩発展のために科学分析・環境計測の製品・サービスの提供をはじめ、世界の最新情報を発信し、科学技術と地域社会の発展および地域環境の保全に貢献しております。

小島プレス工業株式会社

「KOJIMA 環境チャレンジ 2050」を設定し、①工場 CO₂ゼロチャレンジ、②ライフサイクル CO₂ゼロチャレンジ、③水環境インパクト最小化チャレンジ、④循環型社会・システム構築チャレンジ、⑤人と自然が共生する未来づくりへのチャレンジ の 5 つのチャレンジ項目を掲げ、持続可能な社会の実現に向けた活動を行っています。

三弘エマテック株式会社

三弘エマテックは、経営理念である「真空技術の未知なる可能性を見いだし未来に新たな価値を提供する」を軸に、アルバッカグループ並びに仕入先メーカー各社と連携した、真空技術を用いたあらゆる部品やメンテナンスサービスを提供致します。また、地球環境の保全に積極的に取り組み、省エネルギー、省資源製品の提案、販売など、お客様の真空技術のコンサルタントたるべく日々様々なフィールドからサポートさせていただきます。

株式会社花市電子顕微鏡技術研究所

通常の顕微鏡では見ることのできないナノの世界。細胞の微細構造やナノ微粒子、カーボンナノチューブなど、弊社ではあらゆるもの構造解析を専門的に行っております。近年では SSH 授業の実習支援や理科教育担当教諭への講習などを通した啓発活動も展開し、長年にわたって蓄積されたデータやノウハウをもとに、身近なものを題材とした電子顕微鏡企画展や講演会なども行うなど、電子顕微鏡で見る世界の面白さを伝える活動をしています。

株式会社フジミインコーポレーテッド

株式会社フジミインコーポレーテッドは、『高度産業社会の期待に新技術で応え、地球に優しく、人々が快適に暮らせる未来の創造に貢献します。』を企業使命として取組んでおります。

ムラセ印刷株式会社

ムラセ印刷は 1961 年の創業以来、総合美術印刷会社として地域に密着し、印刷物のお手伝いをしてまいりました。誠実に、またスピーディーな対応により、お客様のニーズ

にお応えしております。そして近年では『削りカスの出ないスクラッチカード』や『偽造防止印刷』など特殊印刷にも力を入れております。今後も環境・社会・ヒトに対して良い関係が構築できるよう活動を展開してまいります。

主 催

公益社団法人応用物理学会、名古屋市科学館

協賛いただいた企業

有限会社アルファシステム、オザワ科学株式会社、
株式会社片桐エンジニアリング、有限会社サイエンス商会、
三弘エマテック株式会社、株式会社テクノ西村、有限会社中井電気工事、
名古屋科学機器株式会社、株式会社花市電子顕微鏡技術研究所、
株式会社フジミインコーポレーテッド、ムラセ印刷株式会社、株式会社 LIXIL

寄附いただいた企業

小島プレス工業株式会社

(50 音順)

公益社団法人応用物理学会

第 23 回「リフレッシュ理科教室」(東海支部名古屋会場) テキスト

発行日 令和 2 年 8 月 7 日 (予定)

発行者 公益社団法人応用物理学会

編 集 高井 吉明 (応用物理学会東海支部、愛知工業大学)

問い合わせ先：公益社団法人応用物理学会東海支部

リフレッシュ理科教室事務局

E-mail : rikatokaisecretary@gmail.com

© The Japan Society of Applied Physics

printed in Japan

修了証

あなたは、

だい かい
第23回 「リフレッシュ理科教室」

つた つた こうさく
-伝わる？ 伝える？ おもしろ工作-

さんか りかじっけんこうさくきょうしつ たの たいけん
に参加し、理科実験工作教室を楽しく体験され

けいけん しょうらい い
ました。この経験を将来に活かされることを

きたい
期待します。

れいわ ねん がつ か
令和2年8月8日

こうえきしやだんほうじん おうようぶつりがっかいとうかいしぶ
公益社団法人 応用物理学東海支部

しぶちょう えりゅう おさむ
支部長 江龍 修

ニッケル水素電池



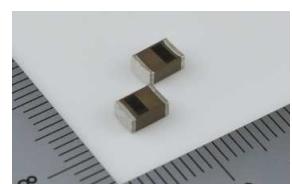
**FUJITSUアルカリ乾電池
/FUJITSU充電式電池**



リチウム電池



**SMD対応
小型全固体電池**



確かな技術 育てる未来
FDK

富士通グループ/**FDK株式会社**

<http://www.fdk.co.jp>

本 社 : 〒108-8212 東京都港区港南1-6-41 (芝浦クリスタル品川8F) TEL : 03-5715-7400 (代) FAX : 03-5715-7401

湖西工場 : 〒431-0495 静岡県湖西市鷺津2281 TEL : 053-576-2151 FAX : 053-576-2124

製造拠点 : 【国内他】高崎(群馬)、鳥取(鳥取)、鷺津(静岡) 【海 外】廈門(中国)、台湾、インドネシア

販売拠点 : 【国 内】札幌、仙台、東京、名古屋、大阪、広島、福岡、沖縄 【海 外】米国、ドイツ、シンガポール、香港、韓国、台湾、タイ

Printing Science

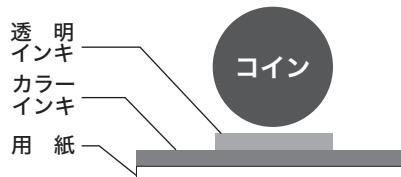
印刷を科学する

知りたい！

「スクラッチカード」の文字が浮き出るしくみ

飲食店やテーマパークでも
らえる「スクラッチカード」。
10円玉などのコインでこす
れば文字や絵柄が浮かび上
がって、景品がもらえる身近
なクジのひとつですが、その

しくみをご存知でしょうか。
何もないところをコインでこす
ると文字が出てくるのは、
実はカラーインキの上に目に
見えない「透明なインキ」で
絵柄が書かれているから。



透明インキ(スクラッチ絵柄)を
10円などのコインでこすると…



硬い透明インキの部分はコインが
削られて付着し黒くなります

Information

ブラックライトに透けない
スクラッチインキを開発し
特許を取得しています

現在主流になっている削りカスがないスクラッチカードは、波長375nm程度のブラックライトで照射すると、隠してある内容が透けて見えてしまい、セキュリティの脆弱性が問題視されています。ムラセ印刷では工学部出身の社長が中心になり、名古屋大学の研究室やインキ製造会社と協力して、ブラックライトに反応しない透明インキを開発し特許も取得。不正防止に貢献しています。

この「透明なインキ」は10円玉などのコインよりも硬い素材でできています。そのため、透明インキの上をこすると10円玉が削られて紙に付着し黒く絵柄が現れるというしきみです。削った後の10円玉をよく見てみると、表面が少し削られてピカピカになります。スクラッチを削ったとき、ぜひ実際見てみましょう。



ムラセ印刷株式会社
—Continuous Creation—

愛知県北名古屋市宇福寺中札50番地

Tel.0568-54-2300 Fax.0568-54-2305

<https://www.murase-p.com/>



印刷のことなら、おまかせください

企画

制作

印刷

加工



19001029

●会社案内

●パンフレット

●チラシ

●D M

●ポスター

●名刺

●封筒

●伝票

●領収書

●論文

●報告書

●説明書

●スクラッチ印刷

●偽造防止印刷

●ボトルポップ

●チケット

●紙パッケージ

●カレンダーなど

スクラッチカード.com
<https://www.scratch-print.com/>

スクラッチカード com 検索

偽造防止印刷.com
<http://www.copy-boushi.com/>

偽造防止印刷 com 検索

ボトルポップ.com
<http://www.bottle-pop.com/>

ボトルポップ com 検索

Variabile印刷.com
<http://www.variable-print.com/>

バリエブル印刷 com 検索

Ravillage
<https://www.rakuten.co.jp/ravillage/>

Ravillage 検索