

解説書

磁石落下実験器「ふわっと君」
を用いた実験（初等中等教育用 Ver. 1.1）



2021年4月

電気学会社会連携委員会

この解説書について

この解説書は，電気学会社会連携委員会が提供している電気にかかわる実験セットを「安全に，正しく」利用していただくために作成されています。社会連携委員会ウェブページ (<https://renkei.tee.jp/>) の「動画を使おう」にある動画および本解説書をご参照の上，実験セットを教育現場で使ってみたいと思われた方は，「動画を使おう」の「お知らせ」(<https://renkei.tee.jp/video>) にある「実験セット申込書」でお申し込み下さい。

また，今後も利用者からお寄せいただく「声」を随時反映し，改訂版をウェブページにて公開します。変更履歴を最終ページに示してありますので，確認の上ご利用ください。

電気学会では，この実験セットを使った実験動画
「電気と磁気の子カラ ～電磁誘導って何？～」
を作成し，YouTube で公開していますので是非ご覧ください。

URL: <https://renkei.tee.jp/video>



トランジスタ
デザインの
ヘアピン

名前：越野 エレカ（こしの えれか）
どこにでもいる普通の高校1年生の女子。
意味も分からずにデザインで買ったヘア
ピンのせいで電研部長に目をつけられ、
そのまま電研に入部して「助手」に。
そこで実験や工作の楽しさを知る。



自作の
マグネット風
ネクタイピン

名前：真具音 光（まぐね ひかる）
電研部長を務める高校2年生の男子。
将来、自分はノーベル賞を取ると確信して
いる優秀な変わり者。
形から入るタイプで常に白衣を着ている
ため、よく教師と間違えられる。
部員のことを「助手」と呼ぶ。

磁石落下実験器「ふわっと君」を用いた実験の解説（初等中等教育用）

電気学会社会連携委員会

安全上のご注意：ふわっと君を扱う前に必ずお読みください

ネオジム磁石はたいへん強い磁石です。その特性を生かしてさまざまな楽しい実験ができますが、強さゆえに安全に関する細心の注意が必要です。小さなネオジム磁石であっても、幼児が誤って飲み込んでしまうと重篤な事故になりかねません。ネットで次の事故事例をお読みください。

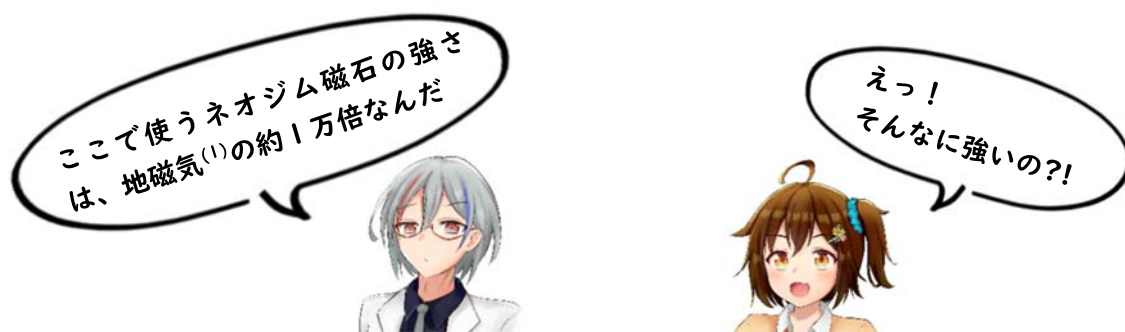
- (1) 強力な磁石のマグネットボールで誤飲事故が発生 - 幼児の消化管に穴があき，開腹手術により摘出 - 国民生活センター

(http://www.kokusen.go.jp/pdf/n-20180419_1.pdf)

- (2) 複数個の磁石の誤飲 日本小児科学会

(https://www.jpeds.or.jp/uploads/files/injuryalert/0057_example.pdf)

また，ネットの YouTube で検索語を「ネオジム磁石 危険」として検索すると，いくつかの動画がヒットしますので，どれでも結構ですからご覧ください。



1. 先生方・保護者の方々へのお願い

理科実験等で磁石落下実験器「ふわっと君」を扱う場合，必ず先生方・保護者の方々の目が届くところで行い，絶対に子供たちだけで磁石を扱うことがないようにしてください。この実験では磁石を数 cm 程度の高さから落としますが，目を離すと子供たちは高いところから落としたり，放り投げたりしかねません。また複数の磁石がある場合，非常に強い磁力で引き合いますので，絶対にくっつけないように指導する必要があります。

(1) 地球は大きな磁石です。北極部が S 極，南極部が N 極で，その間は磁界で満たされています。この磁界を「地磁気」といいます。方位磁針は，この地磁気によって，南北を指し示すのです。ところで，実は地理上の北極点と地磁気の北極点は若干ずれています。なぜずれているのでしょうか。そもそも地球はどうして大きな磁石になっているのでしょうか。興味があったら調べてみてください。

参考ウェブサイト：京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター
(<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/index-j.html>)

「ふわっと君」のネオジム磁石の吸着力は非常に強くなりますので、1 教室で複数の実験セットを取り扱うことはお勧めできません。1 セットだけで実演してください。最初の実験は先生方ご自身で行い、それを子供たちに見せてください。

このような配慮をした上であれば、子供たちに自由に磁石の落下実験をさせてください。子供たちの目の輝きが一瞬にして増すでしょう。先生方の説明を一言も聞き漏らすまいとの積極的な態度を見せてくれるはずです。

2. 磁石落下実験器「ふわっと君」取り扱い上の注意

1) **磁気カードや鉄製品は 10cm 以内には近づけないでください**

強い磁気の影響で「磁気カード」のデータは消えてしまいます。鉄製品（機械式時計）など磁石にくっつくものにも影響を与えます。

2) **磁石を落下させる実験では、落差は数センチメートル以内で実験してください**

落差が大きくなると磁石を水平に落とすことが難しくなり、落下の衝撃で破損します。破損しても破片が飛び散らないように保護はしていますが、落差は数センチメートル以内にしてください。

3) **磁石の平面側を鉄板（黒板を含む）や鉄製品などに不用意にくっつけないでください**

ネオジム磁石は吸着力がたいへん強く、思いもかけず強い力で引き込まれて指を挟んで怪我をすることがあります。とくに平面側は鉄板などにくっつけないでください。引き離すのに専用の道具が必要になる場合があります。また、落下したり鉄にくっついたりした衝撃で、割れたり欠けたりして断面が鋭い刃物状になり、それで怪我をする場合もあります。使用する前に表面を養生テープで覆うことが望まれます。

4) **ネオジム磁石どうしを絶対にくっつけないでください**

複数の実験セットを扱う場合、この注意が必要です。非常に強い力でくっついてしまいますので怪我をする恐れがあります。くっつけてしまうと引き離すのに専用の道具が必要になる場合があります。

3. ふわっと君の実験目的と解説

私たちの身の回りには電気を使ったものが多くあり、電気に囲まれた豊かな暮らしをしています。多くの方が使っているスマホは、通話はもちろんインターネットに接続され写真の撮影だけでなくテレビやゲーム…今や欠かすことのできないツールとなっています。

でも、多くの方は「どうしてこのようなことができるの？」とは考えません。分解しても多くがブラックボックスの部品の集合体でしかないので、分解しようなんて気にもなりませんし、なぜ？と疑問に思うこともあまりありません。

このようなブラックボックスに囲まれて生活していると、厚い銅板の上に強いネオジム磁石を落下させるという単純な実験なので、「落下の衝撃でガツンと音が立つ」と思ってしまいます。しかし、実際にやってみると、磁石は音を立てずに銅板上に“ふわっ”と着

地します。このような現象を見ることで、これまでの経験的常識が覆され「エッ、なんで？」という疑問と、「知りたい」という知的好奇心が醸成されます。この知的好奇心を湧き上がらせるのがこの実験器の目的です。

【実験方法】

木製など、磁石の付かない実験台の上に銅板をセットします（スチール製の机では磁石がくっつきそうとしますので**危険**です）。まずは、磁石を持って、銅板の上ではなく実験台の上に数 cm の高さから磁石の平面と実験台が平行になるように落下させます。「ガツン！」磁石は実験台に音を立てて落ちます。

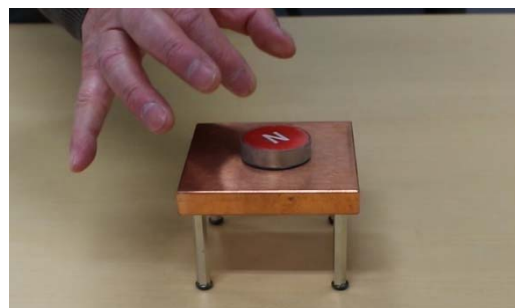
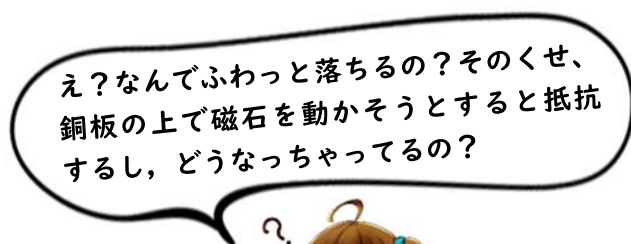


図 1. ふわっと君 実験の様子

次に、銅板の上に同じように数 cm の高さから磁石を落下させます。すると、磁石は音を立てずに“ふわっ”と着地します（図 1）。

もう一つ実験してみましょう。銅板の上に磁石を置いて、磁石を左右に動かしてみましよう。すると、磁石を動きにくくする力を感じます。早く動かそうとすればするほど抵抗感は強くなります。



【解説】

先生が実験をした後に、
『銅板の中には誰かがいて、「磁石に落ちてこないで！」と頼んでいるから、磁石はガツンと落ちられないのだよ（図 2）』と説明したら、子供たちはどんな顔をするでしょう。『ウッソー！』でしょうか。

磁石は磁界を作ります。もし磁界が時々刻々と変化し、そばに導体があると、磁界の変化に応じた電流が流れます。これが、イギリス人のファラデーが発見した電磁誘導という現象です。



図 2. 銅板の中に誰がいる？

ネオジム磁石が落下してくると、下の銅板のところでは急速に磁界が変化し、変化する磁界が銅板の表面にリング状の電流（「うず電流」と呼びます）が流れます。リング状の電流は「右ねじの法則」と呼ばれる法則に従って、磁界を発生させます。発生する磁界は、落ちてくる磁石の磁界と逆向きになります。棒磁石を2本用意して、N極とN極（またはS極とS極）を向かい合わせると、2本の棒磁石は反発します。それと同じ現象が落下するネオジム磁石と下にある銅板の間で起きるため、磁石は音もなく“ふわっ”と落ちるのです。この実験セットでは、厚い銅板を使っているので強い抵抗を感じますが、銅板が薄いと磁界の影響を受ける銅板内の自由電子が少ないため、大きな抵抗感は得られません。

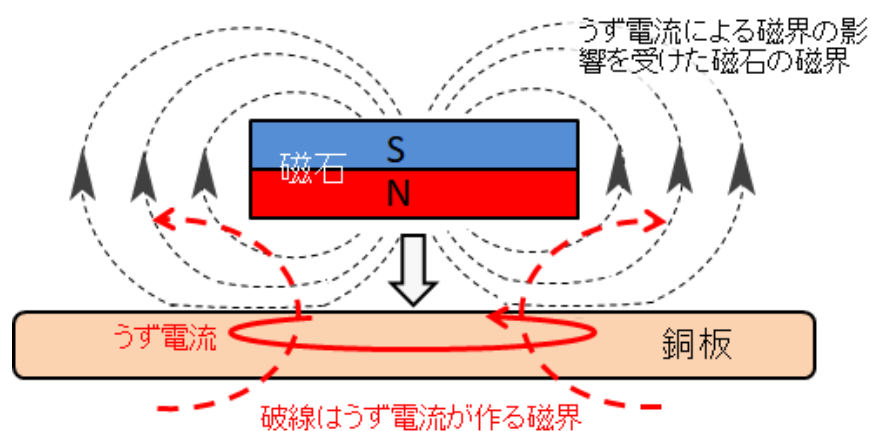
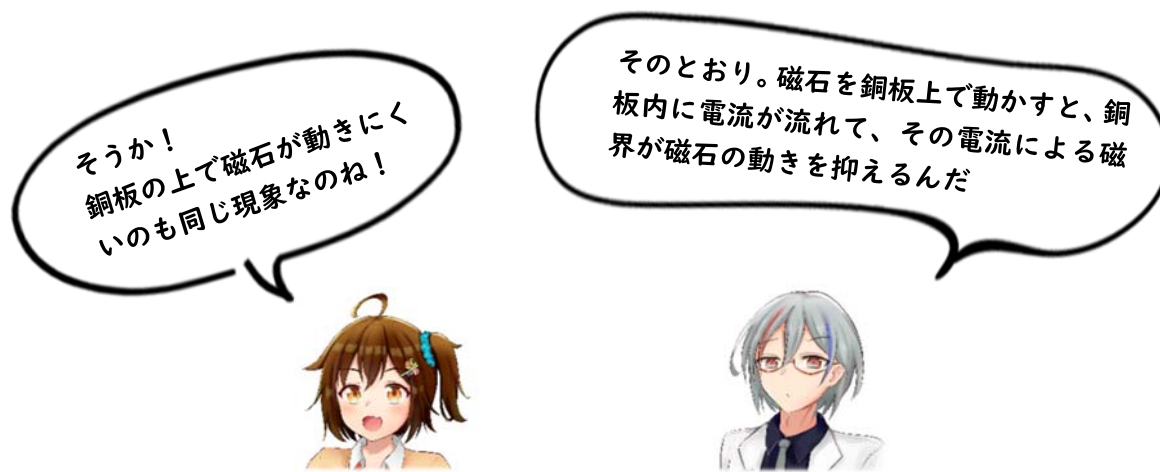


図 3. 電磁誘導によって銅板に生じたうず電流と磁界のイメージ



4 . 電気学会の小冊子の紹介

電気学会社会連携委員会のウェブサイトでは、【電気知識を深めようシリーズ】を「小冊子を使おう (<https://renkei.tee.jp/pamphlet>)」のページで無料で公開しています。

【電気知識を深めようシリーズ】

- Vol.1 電気とはなんだろう
- Vol.2 私達の身近にある電気
- Vol.3 電気の基本を考えてみよう
- Vol.4 電気をつくる
- Vol.5 電気を送る・配る
- Vol.6 電気を貯める
- Vol.7 スマートに安全・確実に電気を使う

このページからは、巻ごとの PDF ファイルだけでなく、7冊を合本した PDF ファイルも入手可能ですので、そのファイルを開いて「電磁誘導」で検索してみてください。電気のみさまざまな場面で電磁誘導が登場していることが分かります。ファラデーの説明は、Vol.3 の「電気を起こす」(pp.17-19) にあります。

同じように「磁石」でも検索してみてください。どこから読んだらよいのかわからないくらい小冊子のさまざまな場所で使われていることばです。磁石落下実験器「ふわっと君」と関係するお勧めは、Vol.3 の「2 昔から電気はおもしろかった」(pp.10-19) です。是非読んでみてください。

付録：小学校，中学校の学習指導要領との関連

小学校・中学校では下図に示す 印部分で本実験を取り扱っていると，効果的でしょう。

図1 小学校・中学校理科の「エネルギー」,「粒子」を柱とした内容の構成

校種	学年	エネルギー			
		エネルギーの捉え方	エネルギーの変換と保存	エネルギー資源の有効利用	
小学校	第3学年	<ul style="list-style-type: none"> 風とゴムの力の働き 風の力の働き ゴムの力の働き 	<ul style="list-style-type: none"> 光と音の性質 光の反射・屈折 光の当て方と明るさや輝かさ 音の伝わり方と大小 	<ul style="list-style-type: none"> 磁石の性質 磁石に引き付けられる物 異極と同極 	<ul style="list-style-type: none"> 電気の通り道 電気を通すつなぎ方 電気を通す物
	第4学年		<ul style="list-style-type: none"> 電流の働き 乾電池の数とつなぎ方 		
	第5学年	<ul style="list-style-type: none"> 振り子の運動 振り子の運動 	<ul style="list-style-type: none"> 電流がつくる磁力 鉄心の磁化、極の変化 電磁石の強さ 		
	第6学年	<ul style="list-style-type: none"> てこの規則性 てこのつり合いの規則性 てこの利用 	<ul style="list-style-type: none"> 電気の利用 発電(光電池(小4より移行)を含む)、蓄電 電気の交換 電気の利用 		
中学校	第1学年	<ul style="list-style-type: none"> 力の働き 力の働き(2力のつり合い(中3から移行)を含む) 	<ul style="list-style-type: none"> 光と音 光の反射・屈折(光の色を含む) 凸レンズの働き 音の性質 		
	第2学年	<ul style="list-style-type: none"> 電流 回路と電流・電圧 電流・電圧と抵抗 電気とそのエネルギー(電気による発熱(小6から移行)を含む) 静電気と電流(電子放射線を含む) 	<ul style="list-style-type: none"> 電流と磁界 電流がつくる磁界 磁界中の電流が受ける力 電磁誘導と発電 		
	第3学年	<ul style="list-style-type: none"> 力のつり合いと合成・分解 水中の物体に働く力(水圧、浮力(中1から移行)を含む) 力の合成・分解 	<ul style="list-style-type: none"> 運動の規則性 運動の速さと向き 力と運動 	<ul style="list-style-type: none"> 力学的エネルギー 仕事とエネルギー 力学的エネルギーの保存 	<ul style="list-style-type: none"> エネルギーと物質 エネルギーとエネルギー資源(放射線を含む) 様々な物質とその利用(プラスチック(中1から移行)を含む) 科学技術の発展
				<ul style="list-style-type: none"> 自然環境の保全と科学技術の利用 自然環境の保全と科学技術の利用(第2分野と共通) 	

高等学校の学習指導要領では,[第3 物理] - [2 内容] - [(3) 電気と磁気]を参照ください。

解説書 磁石落下実験器「ふわっと君」を用いた実験

Version	変更履歴
1.0	(2021.3.1) Ver.1.0 発行
1.1	(2021.4.20) キャラクターデザイン挿入,「この解説書について」の追記, 文言の微修正

(Ver. 1.1)

電気学会社会連携委員会 (<https://renkei.iee.jp>)

本委員会は、電気工学・電気技術が社会的価値を創出するための、電気学会と社会との連携のあり方を初中等教育や教養教育を含む、一般の教育や学習の分野を中心に審議し、具現化することを目的としています。そのために知見の共有を図り、連携活動を展開する場を創出するとともに、その場を利用して、下部に設ける多様性を持ったワーキンググループの活動と学会内外の組織、個人との連携活動を展開、活性化します。

動画ワーキンググループ

主査 新藤 孝敏
委員 大来 雄二
委員 金丸 公春
委員 木村 軍司
委員 久保 等 (主執筆者、実験キット企画・製作)
委員 鈴木 克己
委員 中村 格
委員 長谷川 有貴
委員 服部 邦彦 (実験キット企画・製作)
事務局 佐々木 敏男

(キャラクターイラストレーション：河伸 りう)

アドバイザーグループ

アドバイザー 今井 伸一
アドバイザー 岡部 洋一
アドバイザー 桂井 誠
アドバイザー 高田 達雄
アドバイザー 高橋 一弘

解説書 磁石落下実験器「ふわっと君」を用いた実験 (初等中等教育用 Ver. 1.1)

発行日 2021年4月20日
編集者 一般社団法人 電気学会
社会連携委員会
発行者 一般社団法人 電気学会
〒102-0076 東京都千代田区五番町6-2
電話 03-3221-7312 FAX 03-3221-3704
<https://www.iee.jp>

©2021 Japan by Denki-gakkai

この著作物は著作権法で保護されています。同法30条(私的使用のための複製)、同法35条(学校その他の教育機関における複製等)に該当する場合は著作権者に断りなく利用することができますが、その他の用途でのご利用を希望される場合には、営利・非営利に関わらず、電気学会にご連絡ください。

《問い合わせ先》

一般社団法人電気学会 総務課 電話 03-3221-3710 e-mail kanri@iee.or.jp

この解説書の実験セットは、一般財団法人 関東電気保安協会の助成を得て企画・製作されました。