

2022-8-26

電気学会の実験教材を申込みいただいた皆様へ（bcc 送信）

電気学会 社会連携委員会 動画ワーキンググループ
（同）初等中等教育支援ワーキンググループ

動画を見よう・実験機材を使おう（ニュースレター No. 7）

1. 日本理化学協会全国理科教育大会 2022 北海道大会に参加

（一社）電気学会社会連携委員会動画 WG（主査：久保等（大阪大））と初等中等教育支援 WG（主査：中村格（鹿児島高専））は、令和 4 年 8 月 3 日～4 日、札幌市立札幌開成中等教育学校で開催された全国理科教育大会に参加し、「研究発表」と「科学の広場」でのブース展示を行いました。概要を紹介します。

1. 1 研究発表

「研究発表」は物理分野で次の論文を久保先生が演示実験を交えたプレゼンテーションを行いました。

久保等、服部邦彦、中村格、大来雄二：「理化学の学び支援の展開（Ⅱ）-新たな実験動画の公開と実験教材提供の試み-」

（添付資料参照）

フロアの先生がたから次の質問をいただき、喜んで協力する旨のお返事をしました。

「理科教員の学習会に講師として来ていただくことは可能ですか。」

「出前授業はできませんか。」



論文発表の様子

1. 2 科学の広場の電気学会ブース展示

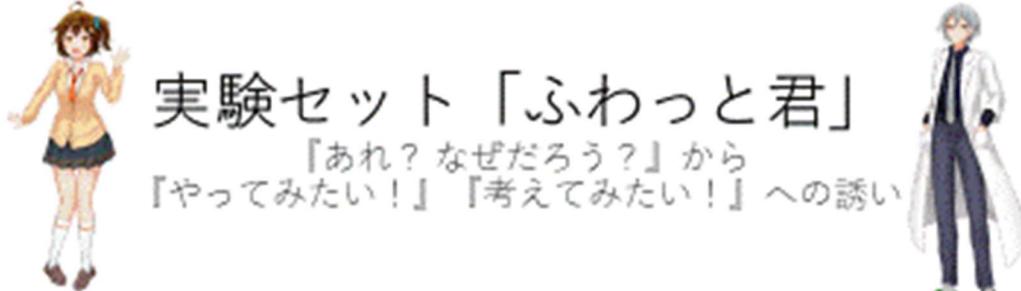
「科学の広場」では、久保、中村、川畑良尚、神津薫が展示ブースに製作した実験教材を展示、デモンストレーションを行い、実験教材の解説書（2 項を参照ください）を配布しました。「是非とも生徒たちに体験させたい」と大変好評で、用意した解説書が早い段階でなくなるほどの大盛況でした。

次のチラシを大会参加者全員に配布すると



会場風景

同時に、展示ブースにはポスターとして用意し、来場者との対話に活用しました。



実験セット「ふわっと君」

「あれ？なぜだろう？」から
「やってみたい！」「考えてみたい！」への誘い

【現象】

導体のそばで磁石を動かすと電流が流れる。
* マイケル・ファラデー（英）は1831年11月24日、王立協会で「電磁誘導の法則」と題して発表した。電磁気学の飛躍的な展開への香が開いた。
* 小冊子Vol.3, p.18
http://www.leej.org/denki/pdf/denki_vol03_ver02_sp.pdf





銅板の中に誰かいる？

【実験#1】

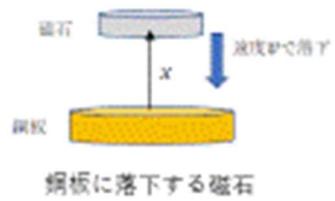
ネオジム磁石を銅板の上に落とすと、ふわっと落ちることを先生が演示すれば、生徒は強い関心をもつ。生徒みずからが体験すれば「なぜだろう？」との気持ちがさらに強まる。
*決して鉄板の上に落としてはいけません。
(なぜ？→テコでも持っても持てこたえては取りはずせなくなるから。)
* <https://renkei.lee.jp/video>

【実験#2】

定量的に確かめるにはどんな実験をしたらよいただろうか。
生徒がそのことを考え、実践することは、実験科学の入り口に立つことになり、高等教育の準備につながります。
* <https://renkei.lee.jp/video/advanced2#title3>



磁石落下実験装置



銅板に落下する磁石

【理論】

この現象は電気と磁気の理論（電磁気学）から説明できる。
生徒がそのことを考え、実践することは、理論科学の入り口に立つことになり、高等教育の準備につながります。
* <https://renkei.lee.jp/video/advanced2#title4>

 一般社団法人電気学会 社会連携委員会 <https://renkei.lee.jp/>

1. 3 大会資料での電気学会活動紹介

大会資料の広告ページに次の記事を入れ、電気学会の活動紹介を行いました。

電気学会は理化学の学びを支援します

『**教育支援資金**』で初等中等教育を中心に助成しています。

- 支援事業例
 - ・教育支援システムの新規開発
 - ・教育支援に関するシンポジウム、パネルディスカッション、講演会等の開催
- 公募期間等
 - ・毎年10月末頃～12月中旬まで
 - ・申請責任者は電気学会会員に限ります
- https://www.iee.jp/comite/edu_sup/es_fund/

社会との連携強化を目指して、**社会連携委員会**を設置しています。

- 教育動画、教材用小冊子等の公開
- 委員会傘下にさまざまなワーキンググループ（WG）を設置
 - ・初等中等教育支援WG
 - ・教養教育支援WG
 - ・動画WG
 - ・新小冊子作成WG etc...
- WGはウェブ内の仮想的「ルーム」でチーム活動
- <https://renkei.iee.jp>

助成申請しませんか！

ワクワクする教育を！
一緒に活動しませんか！

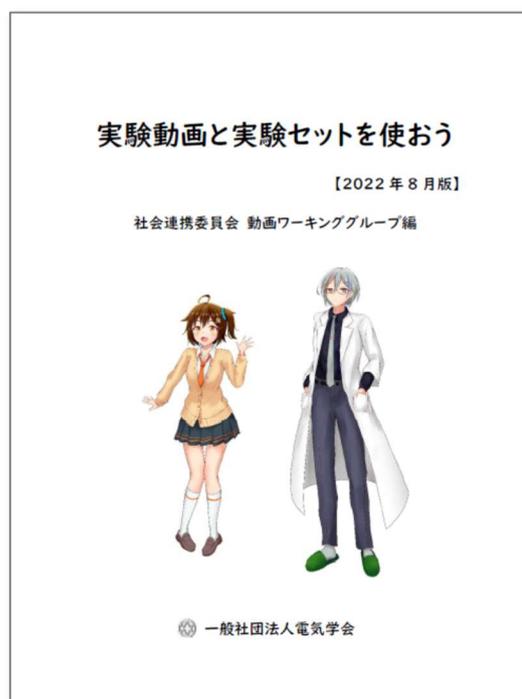
一般社団法人 電気学会
E-mail: kanri@iee.or.jp

〒102-0076 東京都千代田区五番町6-2
HOMAT HORIZONビル8階
TEL 03-3221-7312 FAX 03-3221-3704

2. 実験教材の解説書

日本理化学協会全国理科教育大会 2022 北海道大会の電気学会ブースで配布した実験教材の解説書「実験動画と実験セットを使おう」は、基本的に今まで電気学会社会連携委員会のウェブサイト「世界は電気のできている」の「動画を使おう」(<https://renkei.iee.jp/video>) のページで公開してきた動画、実験解説書、一歩先への記事を合本し、若干の加筆修正を行った冊子です。PDF版をウェブサイトの「小冊子を使おう」の「eライブラリー（試行版）」(<https://renkei.iee.jp/pamphlet/pdf>) にアップしてありますので、ご覧いただければ幸いです。

この合本冊子の印刷版には若干の余部がありますので、ご希望される方は以下によりご連絡ください。余部の範囲で、無料で郵送させていただきます。



メール件名：冊子「実験動画と実験セットを使おう」申し込み

メール記載事項：

郵便番号・住所

所属機関名

氏名

電子メールアドレス

メール先：(一社) 電気学会 総務課 (e-mail: kanri@iee.or.jp)

以上

理化学の学び支援の展開（Ⅱ）

-新たな実験動画の公開と実験教材提供の試み-

久保 等 服部 邦彦 中村 格 大来雄二
大阪大学 日本工業大学 鹿児島高専 金沢工業大学

【要約】電気学会社会連携委員会の動画WGでは2020年度より電気の基礎的知識普及のための動画教材の制作や、実験教材の開発と普及および解説書等のウェブ公開を行っている。本事業は動画+教材+解説（発展）まで含めた特徴ある活動であり、本稿では、今年3月に制作した新たな動画教材の紹介、無償提供を行っている教材の内容と教材が果たす効果、教材の無償提供の紹介、そして一歩進んだ解説書のウェブ公開などについて報告する。

【キーワード】動画教材 実験教材 解説書 ウェブ公開 アクティブラーニング

1 はじめに

電気学会社会連携委員会の動画WG（以下、WG）は、2021年度全国理科教育大会で中村によって「理化学の学び支援の展開」と題し、制作した動画教材と解説書のウェブ公開、実験機材の提供に関する発表を行った⁽¹⁾。

その後、WGでは新たな動画教材の制作を行うとともに、解説書の一層の充実を図るなど多彩な活動を進めている。

2 新たな動画教材

電気学会ではWGが発足する前年に「電気を遠くに送るには」という動画を制作し、WGが発足した2020年に「電磁誘導ってなに？」、2021年に「スピーカーはどうやって音を出すの？」「モーターはなぜ回るの？」を制作し、ウェブ公開を行った。そして今年3月には図1の「みんなの知らないLED発電!？」、図2「スマホ-置くだけで充電-なぜ??-」という2つの動画教材をウェブ公開した⁽²⁾。

図1の「みんなの知らないLED発電!？」では、まず4個の赤色LEDを並列接続したものに電池を接続し、発光することを確認する。つぎに「電池を使わずにLEDを発光させるには」と問いかけを行う。多くの方は「そんなこと出来ない」と思う。しかしLEDも太陽電池も同じ半導体接合構造をしているため、発電も可能である。そこで、一つのLEDに緑色レーザーポインターを照射し、それ以外のLEDが赤く光るとい現象から、LEDが電気を生み出していることでLEDへの興味を喚起し、発電の仕組みを解説した。そして光の波長とエネルギーの関係

を紹介する内容にした。



図1 みんなの知らないLED発電!?

もう一つの新作動画「スマホ置くだけで充電-なぜ??-」では、電線が繋がっていないのに充電される現象に疑問を持っていただくため、冒頭でワイヤレススタンドにスマホを置くと充電されるという現象を示し、電磁誘導現象を用いた仕組みであることを説明した。さらに、身近にあるIHヒーターも同様の仕組みであることを解説し、大学での研究活動も紹介した。



図2 -スマホ-置くだけで充電 なぜ??

これらの動画教材をウェブページからご覧いただき、教育現場で活用していただければと願う。

3 実験教材とその効果

動画のウェブ公開に伴い、それを見て教室などで実験してみたいと考える教育関係者もいると思われる。そのため、動画で使用している実験教材を製作し、希望者に無償提供する活動を行っている。

私たちが提供している教材は①銅版の上にネオジウム磁石を落とす磁石落下実験器「ふわっと君」、②電線を多重巻きにし、専用電源を必要とせず乾電池を電源にして強い磁界が作れる「フレキコイル」、③コイル中心部にガイドパイプを用いてネオジウム磁石を落下させ、コイル端子間に接続したLEDが点灯する発電コイル「ストンピカ」の3つである。

3-1 磁石落下実験器「ふわっと君」

「ふわっと君」は図3に示すように、厚い銅板と市販のネオジウム磁石だけの実験器である。

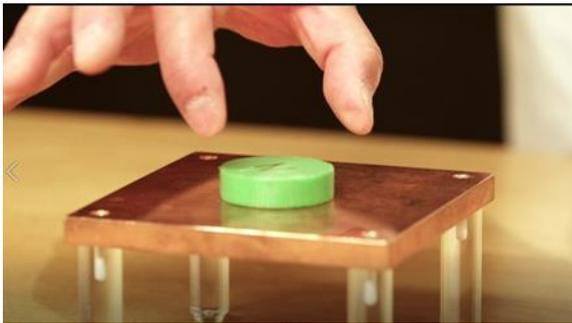


図3 磁石落下実験器「ふわっと君」

この銅板の上にネオジウム磁石を落下させると渦電流の効果で音を立てずに“ふわっ”と着地する。初めて見る人は「エッなぜ」と驚く。日常生活の中で、物体が落下して着地すると衝撃音が発生することが、経験則として脳裏にインプットされ常識となっている。その常識が覆されたとき「エッなぜ」という驚きになり、「知りたい!」という知的欲求が醸成される。こうなれば観察—仮説—実験—考察というアクティブな学習が自然に進むのではないだろうか。

この実験は物理の「渦電流」の項で図4のように紹介されているが、実験はあまり行われていないのではと思われる。

なお、鹿児島高専では編入学試験{高専4学年(大学1年生相当)編入学}の新たな試みとして「ふわっと君」がフワッと着地する現

象を見せ、その現象を問う口頭試問が行われた⁽³⁾。

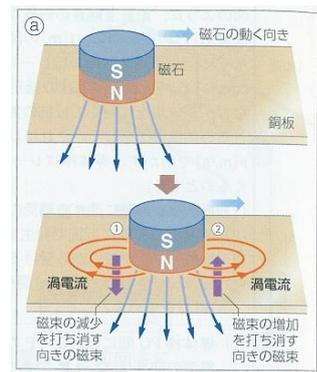


図4 渦電流「改訂版物理：数研出版」⁽⁴⁾より

3-2 磁界実験器「フレキコイル」

「フレキコイル」は、図5-1～4に示すように、容易に手に入る乾電池を電源として、教科書にでてくる「右ねじの法則」「ソレノイドの電流がつくる磁界」「フレミングの左手の法則」をはじめ「磁界の重ね合わせ」「電磁誘導」など幅広い学習への利用が可能である。



図5-1 電流のつくる磁界(右ねじの法則)

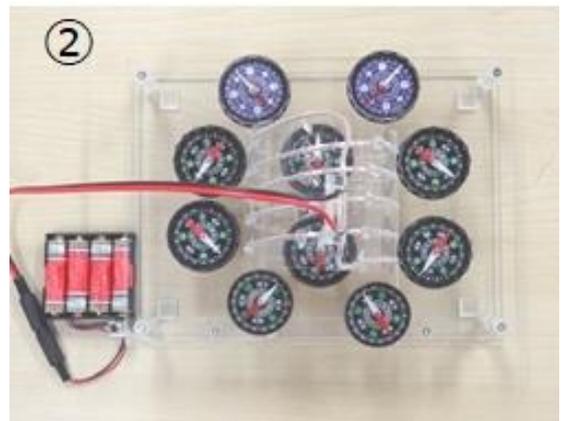


図5-2 ソレノイドの電流がつくる磁界

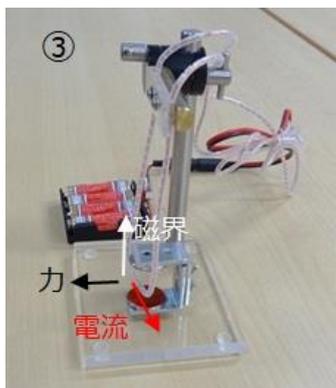


図 5-3 フレミングの左手の法則

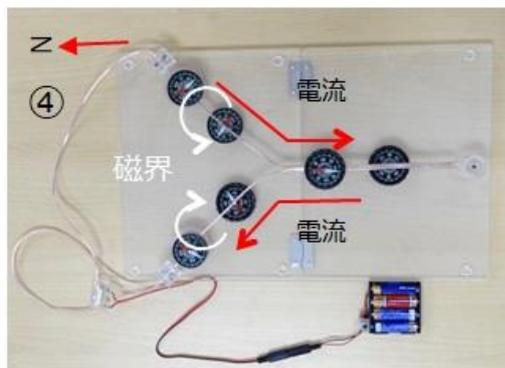


図 5-4 電流がつくる磁界の重ね合わせ

このような実験をとおして、「見えない電磁気力」を「動き」として観察し、電流と磁界に関する様々な知見に出会うことが大切ではないかと考える。

3-3 発電コイル「ストンピカ」

「ストンピカ」は「物理基礎」や「物理」の教科書に登場する電磁誘導を確かめる実験教材で、図 6 のように 4 つのパーツで構成し磁石やコイルの向きを変えることで実験の自

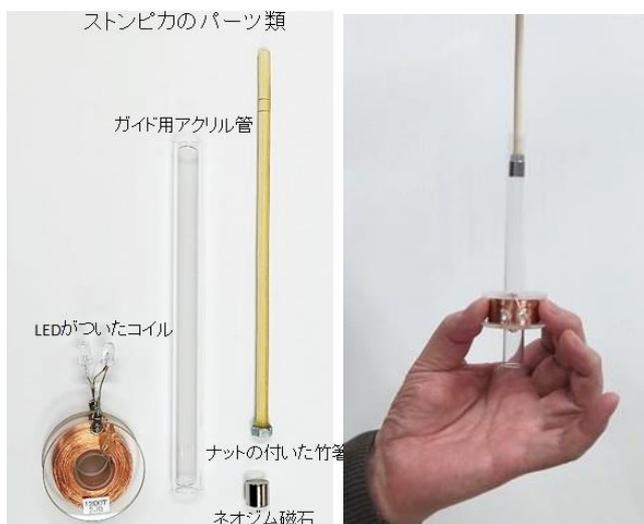


図 6 ストンピカを構成する 4 つのパーツ (左) と落下実験の様子 (右)

由度を高めている。ガイドパイプの中を落下する磁石の極を変えることで、点灯する LED の順番が変化し、磁石が落ちる高さを変えることで、LED の光る強度が変化する教材である。

また、このストンピカは図 7 の「コイルに蓄えられるエネルギー」の実験にも簡単に応用できる。

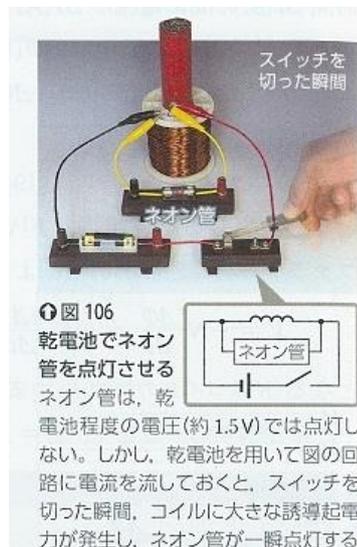


図 7 コイルに蓄えられるエネルギー 「改訂版物理：数研出版」より

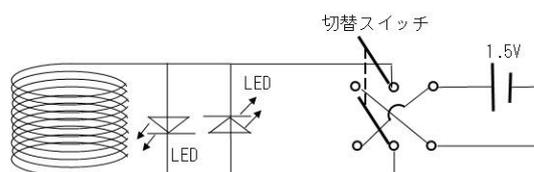
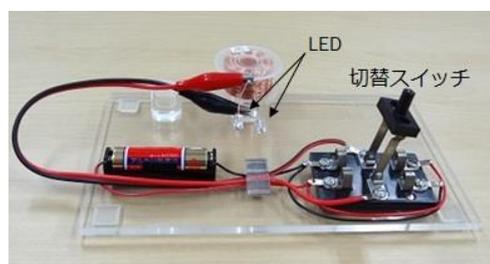


図 8 ストンピカのコイルを用いた自己誘導の実験装置 (上) と回路図 (下)

図 8 の回路図のようにストンピカのコイルを用いると、従来のネオン管の代わりに LED を双方向に配置する形になる。そして、電池の正極と負極を入れ替えられるように、切り替えスイッチを設ける。

スイッチをどちらかに倒し、コイルに電流を流しても 1.5V では LED は点灯しない。しか

し、電流を切った瞬間 LED が明るく点灯する。このことで電流が急変したときに高い電圧が発生していることを確認できる。さらに、LED は一方向にしか電流を流さないため、スイッチを切った瞬間どちらの LED が点灯するかで、発生する電圧の正負を判断できる。

身の回りの電気機器のブラックボックス化が進んだ今日、目に見えない電磁気分野でこのようなシンプルな教材を用いて、見て・聞いて・感じて“わくわく”しながら学ぶことが大切ではないだろうか。

4 教材の普及活動

実験教材は各種教育機関等に提供しているが、高等学校では青森県と埼玉県を中心に、10校ほどの先生がたに提供した。提供後1年も経っていないため現場からの反応は十分返ってきてはいないので、申込書の TP0(時・場所・場合)の記入欄に書かれている内容を紹介する。

教員 A 氏：「演示のみでしのいできたものを、本実験セット(楽しいばかりではなく物理の本質に迫れる)を体験させることで、さらなる興味関心を大きく引き出せたら・・・。」

教員 B 氏：「なかなか実験が行えない現状にある中、HP で紹介されておりました教材は、生徒にとって安全で、理解を促しやすい、素晴らしい教材であると感じました。」と記されていた。

申込書には、教育現場では十分な実験が出来ない状況と、生徒に実験をさせてあげたいという熱い願いが込められており、授業を行った後の報告に期待したい。

なお、中学校の教育現場からは「すべての教科書を研究したわけではありませんが、多くは検流計の針のふれの大きさやふれた向きで、誘導電流の大小や向きを教えてください。高校入試のテストでもほとんどが、検流計のふれの大きさや左右どちらにふれたかを問います。電磁誘導によって誘導電流が流れることを理解しやすいのは、針のふれより、LED が光るということではないでしょうか。」という声が寄せられ、授業の組み立て方に関する貴重なご意見も寄せられている。

5 解説書「一歩先へ」

電気学会社会連携委員会の「動画を使おう」のホームページでは、前章で記載した実験・実習教材とともに、各教材に関する解説書(マニュアル)もウェブ公開している。

また、「一歩先へ」というページ⁽⁵⁾では、「銅板上へ落下する磁石の運動を測定してみよう」というタイトルの実験解説を掲載している。この解説では、磁石を銅板の上へ落とした時の落下速度の変化を測定するために、計測装置を工夫した経緯や実験結果がまとめられている。「ふわっと君が『ふわっと』落ちるわけを理論で考えてみよう」という理論解説も掲載しているので、参考にしていただければと願う。

6 おわりに

様々な動画教材がインターネット上で公開されている。しかし本事業では、動画だけでは伝わらない「実体験」を直接感じ取ってもらうという趣旨から、動画に加えて実験教材を製作し、教育現場に提供している。このことにより更なる興味と理解の深化を期待している。

ご関心のある方は URL⁽²⁾にある「実験セット申込書」で申し込んでいただき、授業等で活用いただければと願う。課題としては、提供している教材は市販されていないため、WG のメンバーがボランティアで手作りしている。このため提供には限界があり、教材メーカーによる商品化を期待したい。なお、フレキコイルは作るのが容易であるため作り方も解説書に記載している。また、「科学の広場」のブース(電気学会)では教材の演示を行っているのでご訪問を期待している。

6 文献

(1) 中村ほか：「理化学の学び支援の展開」

日本理化学協会誌，92(1)，r2-03 (2021)

(2) <https://renkei.iee.jp/video/>

(3) 中村 格：「鹿児島高専電気電子工学科における本科編入学試験での試み」令和4年電気学会全国大会，1-005

(4) 改訂版物理：数研出版令和4年1月31日発行

(5) <https://renkei.iee.jp/video/advanced>