

静電気の教材としての工夫について

中 里 勝 平

1 はじめに

中学校新学習指導要領理科の第1分野「(2)身の回りの物理現象」の中項目「ウ 力」では、「(ウ)電気を帯びた物体間に働く力についての実験を行い、空間を隔てて互いに作用し合う力があることを知ること。」になっている。働く力の例としては、静電気の力を挙げている。

「(4)電流」の大項目の中で、電流とオームの法則、発熱作用、磁気作用などを中心とした内容を扱うことになっているが、1年で学習する静電気とそれとの関連性などについて、特に触れられてはいない。一方、日常生活の中でも、静電気は様々な現象を引き起こしていることを経験しており、身近なものになっている。

生徒が、静電気と電流の関係を、正しく理解するためには、指導の内容や方法をより一層工夫し、分かりやすくすることが大切である。

このようなことから、静電気の基本的な性質や電流との関連を、簡単な観察、実験、製作実習を基に、探究的に展開する例について述べる。

2 静電気の発生

準 備

A群 アクリル管、ストロー、ガラス棒、TPシート、プラスチック製物差し、銅板

B群 絹布、毛皮(合成皮革)、ナイロン布、ラップフィルム、フェルト

C群 ティッシュペーパー、発泡スチロール、アルミニウムはく

風船、絹糸、竹ひご(1m)、紙、はさみ、ベトリ皿(直径10cm)、スタンド

方 法

(1) 静電気を発生するには、どうすればよいか資料を収集しグループごとに検討して、その結果を発表する。

ア 静電気を発生させる方法

イ 実験に使用する物の選択

ウ 実験方法の工夫

(2) 身の回りの物を用いて行う実験の例として、次のような方法が考えられる。

ア 摩擦しないアクリル管などをいろいろな物に近付けて見る。

イ アクリル管を絹布で摩擦し、いろいろな物に近付けて見る。

ウ 逆に、上記イの絹布をいろいろな物に近付けて見る。

エ A群とB群をいろいろと組み合わせて摩擦し、A群をC群に近付けて見る。

オ 逆に、上記B群をC群に近付けて見る。

(3) 水に浮かせたアルミニウムはくに、強く摩擦したストローを近付けて見る。

(4) 流れを細くした水道水に、強く摩擦したストローを近付けて見る。

(5) 1mくらいの絹糸で2個の風船をそれぞれ結び、スタンドに固定した竹ひごにつるした後、同じ物(セーターなど)で風船を摩擦し、近付けて見る。

(6) 絶縁体の上にラップフィルムを広げてティッシュペーパー(他のものでも可)で摩擦する。

ア 竹ひごにつるすとどうなるかを見る。

イ ラップフィルムの中に紙などを入れるとどうなるかを見る。

(7) 実験結果の考察と成果の活用

結果と考察

(1) よく乾燥した物を強く摩擦することによって、それぞれに電気を帯びる。従来、毛皮とエポナイト棒、絹布とガラス棒などは代表的な組み合わせであるが、最近、身の回りにいろいろな物が出回っているので、多様な実験が考えられる。

(2) ア 一般的には、摩擦しないと帯電しな

いので、物を引き付けない。各種の物を摩擦すると摩擦電気が生じ、その摩擦電気(静電気)によって物体が引き合ったり、反発したりする。

イ アクリル管に+電気が発生するので、アクリル管には物を引き付ける力が生ずる。

ウ 逆に、絹布には-電気を発生しているので、絹布にも物を引き付ける力が生ずる。

エ、オ 基本的には、上記イ、ウのように、それぞれに異種の電気が発生し、その種類は物の組み合わせによって変わる。しかし、引き付ける力は摩擦の程度や摩擦する物の組み合わせによっても異なる。

(3) アルミニウムはくは、ストローに引き付けられる。

(4) 水流はストローに引き付けられる。水流を細くすると、水流が大きく曲がり、よい結果が得られる。

(5) 風船は同じ電気を帯びるので、互いに反発する。

(6) 竹ひごに掛け、逃げないように指で押えておくと、同じ電気なので反発して間が開く。また、その間に手や紙などを入れると、吸引されて吸い付く。入れた物を取り除けば、再度開き繰り返してできる。

指導上の留意事項

- (1) この実験は1年の内容として扱うとよい。
- (2) 摩擦する物は、従来使用されている物ばかりではなく、身の回りの物を自由に選択させるとよい。
- (3) 実験方法も生徒の発想を十分反映させるよう配慮する。
- (4) 実験は、よく乾燥した場所で、よく乾燥した物を用いて行うとよい。湿度が高いとよい結果が得られない。

3 電気振り子の製作と静電気の性質調べ

A 電気振り子の製作

準備

アクリル板(10×8×0.2cm)、アクリル角(21×0.4×0.4cm)、絹糸(20cm)、アルミニウムはく(小片)、接着剤(ボンド、ジクロロメタンの2種)、注射器、ろうそく、マッチ

方法

- (1) アクリル角をろうそくの火で過熱してゆっくり曲げる。(別法、角材を3cmと4cm、14cmに切り、ジクロロメタンで接着する。)
- (2) 図1のように、アクリル板にアクリル角をジクロロメタンで接着する。
- (3) 絹糸の先端に、アルミニウムはくを丸めた小球をボンドで接着し、絹糸をアクリル角の先に結び付ける。

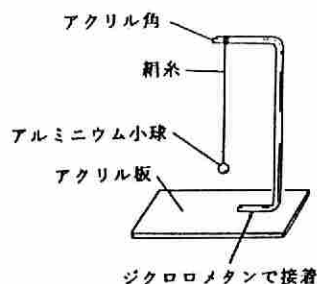


図1 電気振り子

B 静電気の性質調べ

準備

ストロー、アクリル管、ティッシュペーパー

方法

- (1) ティッシュペーパー(ナイロン布など)で摩擦したストローを小球に近付けて、その変化を見る。
- (2) (1)と同じ物でアクリル管を摩擦し、小球に近付けて、その変化を見る。
- (3) ストロー又はアクリル管と接触した小球に(1)、(2)で使用したティッシュペーパー(ナイロン布など)を近付けて見る。

結果と考察

- (1) アルミニウムの小球は、ストローに吸い付き、ストローと同じ電気を帯びることによって、反発する力が働いて逃げ回る。

- (2) (1) と同じような現象が見られる。
- (3) ティッシュペーパー（ナイロン布など）には、ストローやアクリル管に発生する電気と反対の電気が生ずるので、異種の電気によって、引力が働き小球を引き付ける。
- (4) アクリルは、ガラス棒よりはるかによい結果が得られるので、従来の物にこだわらなくてよい。
- (5) 静電気の性質に関する実験は、いろいろあるが、紙面の関係で他は省略する。

4 静電気と電流の関係

準備

ストロー、TPシート、フェルト、フォームポリスチレン、空き缶、ネオン管（管ヒューズ型）、蛍光管（6W）、クルックス管、クロス真空計、誘導コイル、蓄電池、単巻き変圧器、抵抗（1Mオーム）、スポイト、両面テープ、リード線、アース線

方法

- (1) フェルトで十分摩擦したストローにネオン管を接触して見る。
- (2) フォームポリスチレンの上に置いた空き缶に、それに接触しないようスタンドに固定したストローの中を通し、スポイトで水を一滴ずつゆっくり落とす後、空き缶の側面にネオン管を接触して見る。
- (3) 図2のように、フェルトで十分摩擦したTPシートに蛍光管を接触して見る。

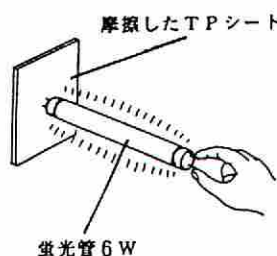


図2 蛍光管の点灯

- (4) 次の実験をする。
- ア 単巻き変圧器の出力端子にはコードの片方をつなぎ、入力端子と連結した

コードのプラグを、交流100Vのコンセントに差し込む。

イ 抵抗とアース線をつないだネオン管を、出力端子に接続したコードに連結する。

ウ 単巻き変圧器のダイヤルをゆっくり回して、ネオン管がどのように変化するかを見る。

- (5) いろいろなやり方で静電気を発生させた物に、クルックス管やクロス真空計の極を接触させ、その変化の様子を見る。
- (6) 蓄電池を連結した誘導コイルに、クルックス管やクロス真空計を接続し、その変化の様子を見る。
- (7) 上記の実験の結果から、静電気と電流との関係について総合的に考察する。

結果と考察

- (1) ネオン管は、赤く発光する。発光してもすぐに消えてしまうが、接触の場所を変えると、何度でも発光させることができる。この種の実験は、暗い所で行うとネオン管の発光の様子がよく分かる。また、静電気を発生させるために使用する物は、スチール机やじゅうたんの上のショーケース、自動車、セーターなど、身の回りにたくさんあるので自由に選択して実験ができる。
- (2) ストローの中を水が通り抜けるとき、水は帯電して空き缶にたまり、ネオン管が発光する。
- (3) 蛍光管は、静電気で点灯する。TPシートの接触場所を変えると、何度でも点灯させることができる。TPシートの摩擦の度合いによっても蛍光管の明るさが変わる。20W程度の蛍光管でも点灯するが、10W、6W、4Wなど各種そろっているので、状況に応じて使い分けるとよい。また、一般家庭で使用している蛍光管は、100Vの交流を用いて点灯させている。
- (4) 100Vの交流電圧を変えると、ネオン管は赤く発光する。また、アースした方が赤

く発光する様子をよく見るができる。

- (5) 帯電したTPシートなどに、スリット付きクルックス管を接触すると、一本の筋になって発光するのが分かる。形状の違うクルックス管でも、それぞれ発光する。また、発光しなくなったら、接触する場所を変えれば、何度も発光させることができる。

クロス真空計を接触すると、管の中が薄く発光するのが分かる。50mmHgの方がよく発光して見やすい。3mmHgくらいになると、ごくわずかししか発光しなくなる。気圧が3mmHgよりも低くなると、発光している様子を見るのが困難になる。

- (6) スリット付きクルックス管では、蛍光塗料の部分に一筋の発光を見ることができる。十字板入りクルックス管では、蛍光塗料の部分に十字板の影を見ることができる。

また、クロス真空計は、管内の圧力の違いにより、いろいろ違った現象が見られる。

この種の実験は、中学校の学習として、真空放電や陰極線の性質を観察するような場合に行われ、そのことから、陰極線は帯電粒子（電子）の流れであることに気付き、その流れが電流であることを知ることになっている。

- (7) ネオン管や蛍光管、クルックス管、クロス真空計などに生ずる現象は、電流という形で流れている電気を使用することで起こすことができる。

いわゆる、動電気による現象である。一方、結果と考察の(1)、(2)、(3)、(5)は、摩擦によって発生した静電気を利用することでも起こる現象である。

このことから、静電気は1回放電させると、一瞬のうちになくなってしまい、照明器具を続けて点灯したり、モーターを回し続けることができないが、動電気と同じ現象を示すことから、静電気は動電気と同じものと考えられる。電流を連続的に流すことができるようになったのは、ボルタの

電池の発明以後である。

- (8) 上記のような静電気に関連する内容を、課題研究的なテーマとしてでも、「(4)電流」で学習する機会があれば、生徒の興味・関心を一層喚起し、より効果的であると考える。

参 考

ネオン管についての説明

- ア ネオン管は空気を抜いて微量のネオンガスを入れたものである。
- イ 帯電体が正に帯電している場合は、手でアースしている方の極が発光する。負に帯電している場合は、帯電体に接している方が発光する。
- ウ ネオン管は負極側が発光するので、帯電体の正、負電気の判別ができる。交流を使うと両方の電極が赤く発光する。
- エ ネオン管には、管ヒューズ型（点灯電圧80V～300V）や電極らせん型（100V～220V）などがあり、市販の中には、若干点灯電圧が異なる物もある。
- オ 実験に使用したネオン管の放電開始電圧は67Vくらいであるが、継続電圧は60V前後を維持して発光し続ける。
- カ ネオン管の実用的な利用として、検電ドライバーなどがあり、低電圧用（交流100V～250V、直流350V以下）、高電圧用（直流2,500～15,000V）がある。この中のネオン管の発光で、電流の流れていることを知ることができる。

参考文献

- (1) 近角應信 豊田博慈監修「図解実験観察大事典（物理）」東京書籍 1988
- (2) 三輪光雄監修「原色図解理科実験大事典（物理）」株式会社全教図 1980

（なかさと しょうへい 物理研究室研究員）