

理科通信は中学生の科学に関する態度にどのようなインパクトを与えるか？

How Does Science News Make an Impact on Middle-School Students' Attitudes Toward Science?

土佐幸子, 三浦真義*
Sachiko TOSA, Masayoshi MIURA*

In this study, the question of how science news impacts on middle-school students' attitudes toward science was explored. We identified elements that are important for raising student attitudes. Then, elements in science news that are helpful for students' raise their attitudes were also identified. Three issues of science news were created and delivered to 8th grade students (N=120). The survey results indicated that career connection to and self-efficacy of science is rather weak as the general tendency of the target students. The use of science news did not change student attitudes very much. However, it is suggested that the use of science news raises students' interest and has a potential of making an impact without using lesson time.

Key words: Science news, middle school science, student attitudes toward science

1. 問題の所在

現代社会はVUCA (Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity) の時代といわれ¹⁾, 先行きが不透明で, 将来の予測が困難である。そのような時代においては, 自ら興味・関心をもって学習に取り組み, 価値を見つけ出す好奇心と探究力が求められている。そのような active learner (主体的な学習者) の育成には, active learning (主体的な学習) が重要と考えられる。

平成29年度告示の学習指導要領において, 「主体的, 対話的で深い学び」は小中高を通して学習の中心とされた^{2), 3)}。主体的な学びとは, 「学ぶことに興味や関心を持ち, 自己のキャリア形成の方向性と関連付けながら, 見通しを持って粘り強く取り組み, 自己の学習活動を振り返って次につなげる」こ

とを意味する。学習に興味・関心をもつことは, 主体的な学びの前提条件とも言えよう。このように, VUCAの時代にあって, 興味・関心をもって学習することの重要性は, より一層増している。

しかし, 日本の中学生の科学に関する興味・関心が低いことが, 国際調査の結果から明らかにされている。TIMSS2019の調査によれば⁴⁾ 「理科の勉強は楽しい」と回答した日本の中学2年生の割合は70%で, 国際平均81%を大きく下回っている。「理科を使うことが含まれる職業に就きたい」と回答した日本の中学生は27%, 国際平均57%との差が著しい。また, 「理科を勉強すると, 日常生活に役立つ」と回答した日本の中学生は65%であり, 国際平均84%を下回っている。図1に「理科の勉強は楽しい」と回答した小中学生の割合の推移を示す。日本の中学生が「理科の勉強は楽しい」と思う割合は少しずつ増加しているものの, 依然として国際平均を大きく下回っている。日本の中学生の理科学習に関する

2022.10.24 受理

*新潟大学教育学部卒業生



図1 「理科の勉強は楽しい」と回答した小中学生の割合の推移⁴⁾

興味・関心を高めることは喫緊の課題である。また、理科と職業との関連性や理科を学習する有用性の認識も低いことから、興味・関心だけでなく、理科学習に関する態度を向上させることが求められていると言える。

中学校理科において、生徒の態度を向上させるために、様々な手立てが講じられてきた。例えば、小川・高林ら(2019)⁵⁾の研究では、日常生活や社会との関連に着目した単元開発を行い、科学や理科学習に関する態度についての質問紙を使って事前事後調査を行った。結果として、電流と磁界に関する単元において、日常生活や社会への関連に着目した中学校理科授業は、態度の改善に効果があると報告されている。また、服部・泉ら(2019)⁶⁾の研究では、授業の最初に生徒同士で理科の内容を発表し合う時間を設けることによる効果を調査した。結果として、TIMSSの質問項目について、日本の平均よりも理科への興味・関心が高くなったと報告されている。

他方、「理科通信」と呼ばれる配付物を用いて、態度が高められるかどうかを調べた研究がある⁷⁾。米田・梶原(2014)において、理科通信とは「理科の学習において興味・関心の向上と学習への内発的動機付けを目的とし、学習のアドレナジナルなプリント」である。結果として、「科学的事象に強い興味や関心を持った生徒や、意欲的に学習に取り組む生徒の姿が見られた」と報告されている。理科通信の配付は、授業時間を使わない方法で生徒の科学に関する態度を変化させる可能性をもつ。理科通信の活用は、従来の研究にはない「授業外」からのアプローチである。

TIMSSの調査結果から明らかなように、理科学

習に関する日本の中学生の問題点には、興味・関心にとどまらず、将来のキャリアや理科を学ぶことの有用性も含まれる。そこで、本研究では理科通信を用いて、興味・関心だけではなく、広く生徒の科学に関する態度へのインパクトを探ることを目的とする。そのためには、まず、日本の中学生が理科学習についてどのような態度をもっているかを明らかにする。本研究を導く研究課題は次の2点である。

1. 日本の中学生は理科学習について、どのような態度をもっているか。

2. 理科通信は中学生の理科学習に関する態度にどのようなインパクトを与えるか。

本研究の重要性は、中学生の態度を向上させるために理科通信という授業外のアプローチがどのように有効を示すところにある。もし有効性が示唆されれば、例えば、教員同士で連携して、理科通信を定期的に配付するというような手段によって、教員の負担を少なくして効果を生む方法も考えられる。長年、問題とされてきた中学生の理科学習に関する態度を変化させる一手が打てるかもしれない。

2. 理論的枠組み

2.1 構成主義に則った学習観

本研究では、構成主義に則った学習観を基本とする⁸⁾。構成主義の学習観によれば、学習は指導者からの一方的な情報伝達では成立せず、学習者が積極的に対象に働きかけ、自ら妥当な解釈を構築することによって成り立つとする。理科学習における概念構築の過程では、自然現象の解釈について、素朴概念から出発し、混乱・同化・調整を通して、次第に妥当な解釈に到達すると考える。そのときに重要な役割を果たすのが、一緒に議論し合える仲間であり、概念構築を導いてくれる指導者である⁹⁾。さらに、構築する概念は何でもよいのではなく、社会的に認められた科学概念と整合性が図られなければならない¹⁰⁾。

理科通信の配付において、情報は紙面から一方的に与えられる。学習が成立するためには、学習者が対象に働きかけ、概念を咀嚼・吸収する過程が重要である。そこで、本研究における理科通信には、学習者の自発的な行動を促すような紙面構成の工夫を行う。例えば、家庭でできる実験の紹介やクイズ問題を提示して、さらに調べたいような記事がそれに当たる。また、配付しただけでは他者との議論は起こりにくいことが推測される。そこで、友達や家族と話してみることを促す工夫についても考慮す

ることとする。

2.2 理科学習に関する態度について

本研究では理科通信を配付することにより、生徒の科学に関する態度へのインパクトを調査する。ここで、本研究で調査する「科学に関する態度」について詳しく議論する。文献調査を基に¹⁰⁾、本研究で対象とする態度は、以下の6つである。

まず、1つ目は「科学に対する好感度」である。科学が好きかどうかを調査する。科学を学習するにあたって、「科学が嫌い、勉強したくない」という状態で行われる学びより、「科学が好きで、学びたい」という気持ちをもつことが好ましいと考える。「科学が好きである」という情意的な側面を測ることにする。

2つ目は、「キャリアに関する意識」、即ち自分の将来と科学を関連付けて考えているかどうかである。先にTIMSSの調査結果を示したように、日本の中学生は国際平均に比べて、「将来理科を使うことが含まれた職業に就きたい」と考えている生徒の割合が低い。自分が学校で学んでいる科学と自分の将来を関連付けて考えているということは、態度における、行動的側面として重要であると考え。よって、「キャリアに関する意識」を調査対象とする。

3つ目は、「自己効力感」である。科学に関して、自分ができるという思いが十分になれば、学習に向かうことが難しくなると考えられる。できないという実態があったとしても、自分はできるという思いが強ければ、それは努力してできるようになる方向に進むと期待される。逆に、もし自己効力感が低い場合は、学習から遠ざかってしまうと考え。そのため、自己効力感の向上は重要であり、本研究における対象の1つとする。

4つ目に「知的好奇心」がある。知的好奇心は態度における感情的側面に位置付くものである。知的好奇心が欠けた状態で学習を行うと、動機づけが不十分なままで学習を進めなければならず、学習する機会を失ってしまうかもしれない。よって、本研究において知的好奇心を調査対象の1つとする。

5つ目に「科学と社会とのつながり」がある。科学で学習した内容が、実社会で応用されていることを認識できているかどうかを問う。学校で学習したものが、教室の中だけで閉じてしまい、社会との関連を認識する度合いが低くなってしまうと、科学が社会に果たす役割を意識することが難しくなると考えられる。すると、科学は自分とは関係ないものと

思われ、学習から遠ざかることが推測される。そのため、科学と社会とのつながりを本研究の対象の1つとする。

6つ目に「自分と科学と社会とのつながり」がある。科学に関する態度のうち、科学の方法や科学の重要性について認識しているかどうかを問う。科学の方法は、科学的な探究活動を行う上で重要である。その重要性が認識できていれば、科学への態度も良好であることが期待される。また、今日の生活を支える様々な物の中に科学が存在していることを認識していることも、良好な科学への態度につながる。これらの理由から「自分と科学と社会とのつながり」を対象の1つとする。

これらの議論から、6つの態度の要素を調査するアンケート調査問題を開発し、研究を行う。

3. 教材開発と実践

3.1 対象とデータ収集期間

本研究では、ある中学校の第2学年120名を対象とした。実施時期は2021年11月から2022年1月である。理科通信を11月中旬、11月下旬、12月上旬の3回配付した。理科通信の配付及びアンケート調査の実施は、実施校の教員が行った。データとして、事前・事後のアンケート調査に対する生徒の回答を収集した。

3.2 理科通信の開発

先行研究⁷⁾において、理科通信は「理科の学習において興味・関心の向上と学習への内発的動機付けを目的とし、学習のアディショナルなプリント」と説明されている。本研究でも同じ定義を用いる。理科通信には、授業の中では説明しきれなかった内容、実社会で応用されていること、家でもできる実験などを掲載する。これを読んで、自分の興味ある領域や情報をさらに自分で深掘りしたり、実験をやってみたりするという使い方ができると考える。先行研究⁷⁾を参考に、以下に、理科通信に含める構成要素を挙げる。

本研究では、理科通信を5つの要素で構成することとする。それは、「授業の内容の補完」、「クイズ」、「研究者紹介」、「最先端の研究紹介」、「家でもできる実験」の5つである。授業の内容補完とクイズの2つは個人的な活動として位置づけられる。研究者紹介と最先端の研究紹介は「社会的な活動」と関連する。家でもできる実験はどちらの側面ももつ「個人と集団が関わる活動」である。

①授業内容の補完：授業の内容補完は理科通信の

中で最も大きな部分を占める。授業の内容に関連した事柄で、身の回りで見られる応用例を中心に紹介することを通して、内容補完を行う。応用例を理解するための基本的な知識は既に授業で扱われている。授業時間内ではカバーしきれない応用例を取り上げ、考えてもらうことにより、授業内で取り上げられた科学概念の定着につながることを期待される。また、実生活での応用は「社会と科学とのつながり」にも通じる。内容補完を行う応用的な情報提供をすることで、生徒の科学に対する好感度、自己効力感、知的好奇心を高めることも狙いである。また、応用例を紹介することで、教科書の中だけの存在だった科学の知識から、身近な生活を支える科学の知識へと昇華されるかもしれない。実体験や実生活に訴えるような科学知識に変化させるというのも狙いの一つである。

②クイズ：クイズは、授業で学習した理科の知識を実際に使って問題を解くことにより、自己効力感の向上が期待できる。また、インターネットや本で調べやすいように、ヒントとなる情報を紙面に含める。自分の力で解けなかったとしても、調べて応用例・活用例などを知ることで新たな知識の吸収に繋がるかもしれない。クイズの題材自体の面白さも加わり、知的好奇心や好感度が高められることが期待される。

③研究者紹介・④最先端の研究紹介：研究者紹介及び最先端の研究紹介では、日本や世界で行われている研究において、理科通信のテーマに合致するようなものの中から興味をもたせそうなものを選んで掲載する。例えば、2回目の化学変化をテーマにした際の理科通信には「化学変化の時の電子の動きを探る研究」を紹介した。研究者紹介においても、理科通信のテーマに合うような研究者を紹介する。この部分では実際にどのような研究がおこなわれているかを知ることにより、キャリア意識に影響を与えることが期待される。また、教科書にも同じように研究や科学者が紹介されている。自分たちが勉強した内容の基礎を作り上げた人たちを知ることによって、知的好奇心や好感度が高まることを期待される。個人の内側にある部分に影響を与えることを狙いの一つとしている。また、今日の生活の基礎を確立した科学者を紹介することにより、社会と科学とのつながりにも影響を与えるかもしれない。

⑤家庭でできる実験紹介：家でできる実験は、安価に手に入る道具を使って、簡単な実験を紹介するものである。例えば、2回目の理科通信では化学

反応と関連した実験として、紫キャベツを使ったpHの変化とそれに付随して色が変化するラーメンの実験を紹介した。理科の学びは、仮定を基に実験を行い、その結果を受けて科学的説明を確立するという過程を経る。しかし、理科室で行う実験は、日常生活とは切り離されたものとして捉えられがちである。日常生活と理科実験をつなげる手段の一つとして、理科通信において家でもできる実験を取り入れる。紙面に記載された実験を自発的に行うことにより、科学的な事実が教科書上のことだけでなく、日常生活や社会とつながっていることを認識できる機会となることを期待する。その意味では、家庭でできる実験は「社会と科学とのつながり」にも寄与すると考えられる。また、自分で実際に手を動かして実験することで、科学がより自分にとって近いものとなり、「キャリア意識」の形成や、情意的な側面である「好感度」や「自己効力感」に寄与することも考えられる。

実際の3回の理科通信の内容を表1に示す。

表1 要素ごとに示した3回の理科通信の内容

	1回目	2回目	3回目
表紙の画像	オオスズメバチの頭部	化学反応式のイラスト、テルミット反応の写真、周期表の図	マイケル・ファラデー、リニアモーターカー、RFIDの応用例、IHヒーター、ICカードのnanacoの図
クイズ	キハーダに関するクイズ	炎の形のクイズ、元素に関するクイズ	静電気や電気に関するクイズ
授業の内容補完	様々な昆虫の口器	身近な化学反応とその化学反応式	電磁誘導の解説とその応用例の紹介
研究者紹介	フレミングとペニシリンの紹介	ジョン・ドルトンと彼の考えた原子記号	マイケル・ファラデーと彼の功績の紹介
最先端の研究紹介	昆虫の口の進化の紹介	科学反応の際に動く電子の動きを見ることの研究	体内マイクロチップの開発
家でもできる実験の紹介	手の雑菌は手洗いの方によって減らすことができるのかを食パンを用いて確認する実験	紫キャベツとラーメンを使い、酸性・中性・アルカリ性の変化を可視化した実験	電磁誘導を応用して、手作り発電機で明かりを灯す実験

実際の紙面は、付録に掲載する。

3.3 アンケート調査問題

本研究では、2.2で挙げた6つの態度の要素を下位尺度として、アンケート調査問題を開発した。すなわち、下位尺度は「キャリア」、「自己効力感」、「好感度」、「知的好奇心」、「社会と科学とのつながり」、「自分と社会と科学とのつながり」の6つである。それらの下位尺度に適合するものとして、ケンブリッジ大学が作成した「Attitude Questionnaire Science」¹⁰⁾を日本語に訳したものを使用した。アンケート調査問題25項目を表2に示す。生徒は各質問項目について、「7＝強く思う」、「6＝そう思う」、「5＝どちらかと言えばそう思う」、「4＝どちらでもない」、「3＝どちらかと言えばそう思わない」、「2＝そう思わない」、「1＝強く思わない」の7件法で回答した。

表2 科学に関するアンケート調査問題

	項目	下位尺度
1	学校で習う科学は他の科目に役立つ。	E
2	私たちが行っている科学を理解することは重要である。	F
3	科学はつまらない。	C
4	学校でやる科学はだいたいなんとかなる。	B
5	科学を使った仕事がしたい。	A
6	科学で学んだことの多くは他の場所でも役に立つ。	E
7	科学を学ぶのが好きだ。	C
8	自分で納得できるまで私は科学的に物事を考え抜く。	F
9	科学は難しいと思っている。	B
10	学校を卒業したら、科学に関連した仕事に就くかもしれない。	A
11	学校の科学は今日の生活に関連している。	E
12	科学をするのが楽しみだ。	C
13	勉強している科学の背景にある考え方を知りたい。	D
14	私は科学が得意だ。	B
15	学校を出たら理科（科学）は避ける。	C
16	理解していなくても、科学を学ぶことはできる	F
17	大人になってからも科学の知識は必要だ。	F

18	科学は面白いと思う。	D
19	辛くても理科（科学）の勉強はできる。	B
20	選ぶ時が来たら、科学の勉強を続けようと思っている。	C
21	科学で学んだことを理解したい。	D
22	科学を学ぶことは将来、仕事に就くためにも重要だ。	A
23	科学の勉強は楽しい。	C
24	難しい科学コースにも対応できると思う。	B
25	科学に関連した職業に就くことが想像できる。	A

表2において、下位尺度は「A＝キャリア」、「B＝自己効力感」、「C＝好感度」、「D＝知的好奇心」、「E＝社会と科学とのつながり」、「F＝自分と社会と科学とのつながり」である。

4. 結果

4.1 事前アンケートの分析結果

事前アンケートの回答について、下位尺度ごとの平均を図2に示す。

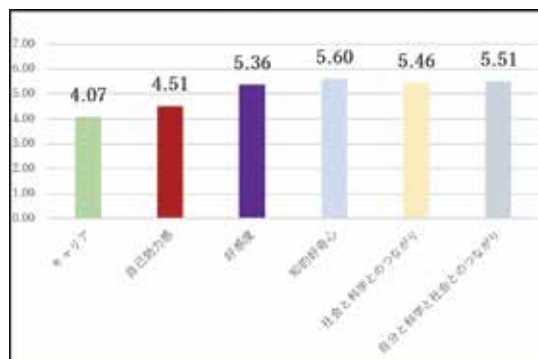


図2 下位尺度ごとに表した事前アンケート結果

キャリアと自己効力感の下位尺度の値が、他の項目に比べて低いことがわかる。

4.2 事後アンケートの分析結果

事後アンケートの回答について、下位尺度ごとの平均を、事前-事後を比較する形で図3に示す。

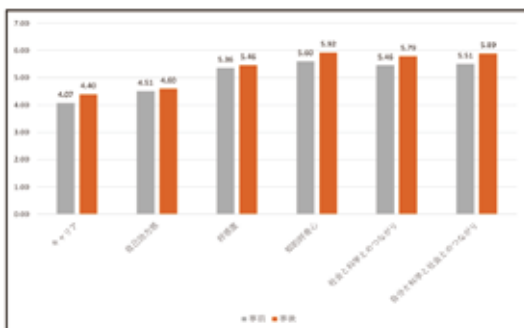


図3 下位尺度ごとに表した事前と事後アンケート結果

事前調査と比較すると、事後調査ではどの下位尺度の値も増加しているが、5%水準でt検定を行うと、どれも有意な差とはならなかった。

4.3 事後アンケートの自由記述の分析結果

事後アンケートの最後に「理科通信を読んだ感想を自由に書いてください。」と問い、得られた回答について、質的分析を行った。分析で挙げたコードとその出現回数を表3に示す。

表3 自由記述のコードと出現回数

コード	出現回数
学問の広い捉え	3
社会とのつながり、身近なところ	10
面白かった、楽しかった、読みやすかった	60
学校で習わないことを知れた	4
知らなかったことを知ることが出来た	20
家族と関わることができた	2
学校で習ったことと関連した	8

5. 考察

図2に表した結果より、本研究の対象とした中学生の知的好奇心や社会と科学とのつながりは高い傾向が見られた。一方、キャリアや自己効力感の値は、低い傾向にあり、理科学習において、将来の仕事との結び付きや、自分ではできると意識をもっと育んでいくことが求められていることが分かった。事後調査との比較では、どの下位尺度においても向上が見られた。しかし、どれも有意な差ではなかったのは、3か月という短期間で大きな変化があること

が難しかったと考えられる。他方、自由記述の中に、面白かった、楽しかったという回答が多かったことから、理科通信は生徒の態度を向上させる方向に働いたことが推測される。また、社会とのつながりを意識したり、家族と関わることができたとあげたりしている生徒もおり、このように授業外の配付物によって、生徒の態度にインパクトを与え得ることが示された。

6. 本研究の成果と今後の展望

本研究によって、理科通信は中学生の科学に関する態度にインパクトを与えることができることが示唆された。今後、異なる学年や異なる内容を用いて、さらなる研究を進めていきたい。重要性のところで述べたように、教員同士が連携して、理科通信の共有やライブラリー化を行えば、多くの教員にとって有用だと考えられる。本研究の発展を目指していきたい。

引用文献

- 1) 文部科学大臣補佐官鈴木寛：2030年に向けた日本の教育政策について，Retrieved on 10/24/2022 from https://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/fieldfile/2018/09/11/1407981_02.pdf
- 2) 文部科学省：中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編
- 3) 文部科学省：新しい学習指導要領の考え方－中央審議会における議論から改訂そして実施へ－ Retrieved on 10/24/2022 from https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/_icsFiles/fieldfile/2017/09/28/1396716_1.pdf
- 4) 国立教育政策研究所：国際数学・理科教育動向調査（TIMSS2019）のポイント，Retrieved on 10/24/2022 from <https://www.nier.go.jp/timss/2019/point.pdf>
- 5) 小川博士・高林厚志・池野弘昭・竹本石樹・平田豊誠・松本伸示：実社会・実生活との関連を志向する真正の学習論に着目した中学校理科の単元開発とその実践－生徒の科学や理科学習に対する態度に与える効果－，理科教育学研究，59（3），345-356，2019年
- 6) 服部和晃・泉直志・高橋ちぐさ：興味や関心を持続させる中学校理科における授業形態（理科話）についての実践報告，鳥取大学附属中学校研究紀要，50，63-68，2019年

- 7) 米田力・梶原篤：科学への興味関心の向上と、学習への動機づけ「Science Times」を活用した理科授業，奈良教育大学教育実践開発研究センター研究紀要，3，187-190，2014年
- 8) Fosnot, C. T. (Ed.): Constructivism-Theory perspectives, and practice, Teachers College Press, 2005年
- 9) Vygotsky, L. S.: Mind in society: The development of higher psychological processes, Harvard University Press, 1978年
- 10) Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P.: Constructing scientific knowledge in the classroom, Educational Researcher, 23(7), 5-12, 1994年
- 10) University of Cambridge : Attitude Questionnaire Science, Retrieved on 10/24/2022 from <https://www.educ.cam.ac.uk/research/programmes/episteme/epiSTEMeScienceAttitudeQuestionnaire.pdf>

付録 3回の理科通信の紙面

1回目表面

理科通信

火曜日

2021年10月13日

第10号

内容

- ・いろいろな昆虫の口の紹介
- ・手を洗ことの大切さがわかる実験
- ・クイズ
- ・今週の科学者紹介



これはオオスズメバチ。口はどことなく「なつ」になっていたがな。

昆虫の口の構造は？

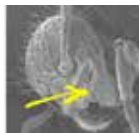
人間は目と口でかたる、昆虫

は口でかたる...

今回の授業では、スズメバチの口を見ました。大きな顎であったり、樹液をなめとるための部位、人間でいうところの舌のようなものが確認できました。では、他の虫はどのような口をしているのでしょうか。みていきましょう。

1.アリ

アリもハチとともに社会性昆虫といわれており、非常に似た昆虫といわれています。では、口の構造も似ているのでしょうか。下の画像をご覧ください。



このような顎が確認できます。大きさを違えど、アリにも顎があり、これを使って敵を捕らえたり、敵と戦ったりします。

2.蝶

蝶の口のつくりは皆さん、多少なりとも知っているのではないでしょうか。ストローのような口があっ

て、花の蜜をすいとる。こんな話を聞いたことがあるのではないのでしょうか。

では、実際はどんな形になっているのでしょうか。下の画像はモンシロチョウの物です。



このように蝶の口は普段は円く折りたたまれています。また、この口には折り目がたくさんついています。このお

が出来るのです。

3.蚊

蚊は私たちが気づかないうちに血をいただいていきます。針を直接、血管に刺して血を吸っているようなのですが、痛みは全く感じません。なぜなのでしょう



か。その秘密も口のつくりにあります。

上の画像は蚊の口のモデル図です。蚊の口には全部で6本の針があります。1番の針で肌を切り裂き、2番の針で体を安定させます。そして3番の針を使って血を吸い取ります。4番の針からは唾液が

分泌されます。これには血液が固まりにくくなる、痛みを感じにくくなるといった働きがあります。さらに、この唾液は人間とアレルギー反応を起こすことで痒みが引き起こされるのです。

どうでしょうか。人間の口とは違った様々な口を昆虫は持っています。種類が変われば口の種類も多様に変化しますね。昆虫は生物の中でも最も多様化した生物であるという言葉にも納得いきます。

因みに、昆虫の祖先ってどんな口の形をしていたと思いますか？トンボやバッタのように噛みつものに特化した形でしょうか？それとも、蝶のように、吸い取ることに特化した形でしょうか？

実は、長らく昆虫の祖先の口は、「大顎や小顎が独立して動く」と考えられてきました。専門用語で、Structural Mouthpart Interaction（口器の構造的連関）、通称 SMI といい、祖先是 SMI を持っておらず、進化の過程で獲得しといった考えられてきました。

しかし、2015年の筑波大学の研究で、これまでの通説が覆され、「SMIがある昆虫が進化の中でそれを失い、さらに進化していくと二次的に SMI を獲得した」という考えが発表されました。

口という体の一部分をとっても、まだまだ未知の部分がある昆虫という領域。それを解き明かすのは、未来のあなたかもしれません。

終わりに...

ここまで様々な虫、そして口を見てきました。それぞれが食べ物や生態に合わせた口の形をしていました。「目は口ほどにものをいう」という諺がありますが、虫は正に口で全てを物語っているといっても過言ではないと言えます。

1 回目裏面

手の雑菌が見えるようになる？

コロナによって私たちの生活、風景が大きく変わりました。例えば、四六時中マスクをつけるようになる、飲食店ではパーテーションが設置されるようになる、授業がオンラインになる、など様々な変化が起きました。

しかし、中でも個人的に無視できないくらいに大きな変化と感じているのは、「手洗い・うがいへの意識向上」だと思います。私も手洗い・うがいの回数は増えました。2020年の年末のウェザーニューズの調査によりますと、2人に1人は手洗いの回数が増えたと回答しています。

今回は、そんな手洗いがどのような効果があるのかを視覚的に理解してもらえような実験を紹介したいと思います。

用意するもの

食パン、フリーザーバック、ビニール手袋とマスク（雑菌が付着するのを防ぐため）、ペーパータオル

事前準備

- ①ビニール手袋とマスクを着け、フリーザーバックに食パンを素早く入れ、閉じる。この時、パンの白い部分に触れないようにする。これを2つほど作る。
- ②フリーザーバックを電子レンジにかける。破裂しないように、膨らみ具合を見しておく。

習わめのクイズ

では、ここでいったん休憩がてら、クイズです。

右の写真のものをご存じでしょうか。これは「キハーダ」という楽器です。この楽器についてクイズを出してみたいと思います。

この楽器はロバや馬の骨をそのまま使っているのですが、一体どこの部分の骨だと思いますか。よく見ると、人間にもある、あるもの

が見えてくるはずですよ。頭？胸？はたまた肋骨回り？どこでしょうか？

またこの楽器はどこから音を出しているのでしょうか？中央部分にある凸凹したところは音を出しやすそうに見えますが、ここを使うのでしょうか？そもそもどんな楽器に分類されるのでしょうか？たいてい使う打楽器？よく見ると、左下に小さな穴がありますから、そこに息を吹き

- 事前準備が完了したなら、いざ実験開始です。
- ？ 用意したもの一つに、“バイバイ”の要領で手をこする。（バックに手洗いなしと書いておく）
 - ？ 次に、水だけで手を洗い、ペーパータオルで手をふき取る
 - ？ ？と同じことをする
 - ？ セッケンを使って正しい手順で手を洗う
 - ？ ？と同じことをする
 - ？ すべて常温で保管する。

すべての手順を行ったら実験は終わりです。ここから先は、観察になります。

パンの変化は1週間ほど時間がたってから見えるようになります

また、様々な注意点があるため、軽く下に列挙しておきます。

- ・電子レンジにかけるときは、袋が破裂しないように注意すること、安全に取り出す事（ケガをしないように十分注意すること）
- ・これからの時期、気温が低い日が続くと予想されるため、温度が低いところでは実験がうまく進まない場合があること

カビが発生した時、どんな風になっていると思いますか。どれが一番カビが多くなっているでしょうか。皆さんの考えを聞いてみたいです。

込んで使う管楽器の類でしょうか？右上の出っ張りには弦をかけて使う弦楽器だったりするかもしれませんね。

ヒントとして、この楽器を使っている動画のタイトルを載せません。参考にしてみてくださいね。



タイトル：ラテン音楽の打楽器 キハーダ Quijada

科学者の紹介



彼の名前は、「サー・アレキサンダー・フレミング」といいます。皆さんが「フレミングの左手」の法則で知っているのは、ジョン・フレミングですので、ちょっと違う人物というわけです。

彼の挙げた業績の中でも、最も大きなものといえば「ペニシリンの発見」でしょう。

その発見はまさに偶然でした。というのも、とある研究の最中、ブドウ球菌の培養皿に偶々、カビが落ちてきました。その結果、カビが落ちてきた周囲では、なんとブドウ球菌

の発育が抑制されていたのです。

カビを培養し、800倍に薄めても効果が確認でき、彼は「ペニシリン」と名付け、1929年に発表しました。世界初の抗生物質の世に放たれた瞬間です。

しかし、当時は大きな問題も抱えていました。というのも、ペニシリンは不安定な物質なので、アオカビから抽出することは困難なことでした。彼の発見から10年後、フローリーとチェーンが単離に成功、ついに薬となつて実用化されたのです。この功績により、1945年にこの3人はノーベル生理学医学賞を受賞しました。

フレミングが元々行っていた実験は、ブドウ球菌の培養です。カビが落ちてしまうという失敗から世界初の抗生物質は生まれたことになりました。

失敗をただの失敗と受け取ったり、そこから何も学ばないのはもったいない、失敗の中にこそ成功や発見の兆しが見えるものだ、ということが彼の発見から見えてきますね。私たちが失敗から絶えず学んでいきたいのです。

終わりに...

いかがだったでしょうか。今回の理科通信はここまでになります。面白いと思ってもらえるような生物の世界、現在の治療を大きく変えた科学者などを紹介してみました。面白かった、もっと知りたいと言ってもらえたら幸いです。

また、「私からのクイズ」については、自分なりに考えた考察を自分にメールを送っていただくと嬉しいです。

それでは、次回の理科通信でお会いしましょう。

2回目表面

理科通信

第2号

2021年12月6日

新潟大学教育学部
理科教育学研究室

$$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$$

$$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$$

我々の生活は様々な化学反応によって支えられていることを学びました。中には危険な反応もありました。皆さんはど

私たちの生活を支える"便利"な化学反応

皆さんは化学反応の授業でどんな反応の実験をしましたか？実験や学習の中で、わたしたちを支えるような反応もあれば、私たちに危害をもたらす危険な反応もあったのではないのでしょうか。そんな様々な便利な、そして危険な反応をいろいろ見ていきましょう。

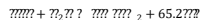
1. 乾燥剤の危険

皆さんは乾燥剤を知っていますか。あらやせんべいなどに入っている小さな袋の中には乾燥剤が入っており、湿気をとる役割を果たしています。そして、袋の表面には「食べないでください」という表記がされています。どうして、食べて



はいけないのでしょうか。これには、誤飲してしまうと、危険なことになります。乾燥剤として中に入っているものは主に生石灰、塩化カルシウム、シリカゲルです。生石灰はCaO、つまり酸化カルシウムです。口の

中は湿っており、誤って口に含んでしまうと次のような化学



反応が起こります。

最後の65.2kJという部分は、熱が発生していることを表しています。発熱して危険ということです。ちなみに、石炭を燃焼させると、約393kJの熱が発生します。ですので、約6分の1の熱が発生するといわけです。かなり大きな熱が発生していることが分かります。口に含んでしまうと、やけどをしてしまい、大変危険です。

また、熱の発生に加えて、水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が発生していることも大変危険です。水酸化カルシウムは強いアルカリ性の液体で、食道や胃に腐食作用を引き起こします。

生石灰の乾燥剤は吸湿力が大きく、安価なため、海苔やせんべいの乾燥剤としてよく使われています。しかし、生石灰を誤飲すると少量でも死に至ることがあります。身近

2. 光合成で作られるものといえば？

理科、そして植物に関する授業において重要な項目である光合成。私たちが生きていくために欠かせない酸素を作ってくれる反応です。地球上の酸素はほぼすべて光合成によって作られました。最初は水蒸気と二酸化炭素に覆われていた地球でしたが、海藻や植物プランクトンが光合成により酸素を作り出しました。そんな光合成の反応も化学反応です。式で表せば、以下ようになります。



光エネルギー

係数が大きい化学反応式なので、少々分かりづらくもありませんが、左側の二酸化炭素と水を基に、光を受けて右側の酸素を作り出しています。もう一つ生成された $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ というのはグルコース、いわ

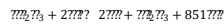
ゆる「養分（デンプン）」と学んだものです。これが植物の体の中に蓄えられます。

因みに、これと逆の反応が植物の呼吸です。即ち、養分と酸素を用いて化学反応を起こすことで、二酸化炭素と水が生まれ、そしてエネルギーを取り出すことが出来るというわけです。単純な一つの式で書いていますが、高校の生物では、もっと詳しく光合成の過程について学びます。楽しみにしてください。

3. 線路をくつつけるには？

皆さんがよく利用している電車。レールの寿命はおおよそ10年といわれ、耐えられる重さは約50トンといわれています。今、新潟駅でも補修・改修工事が進んでいますが、皆さんは線路ってどのように接続されているか分かりますか？いくつか方法はありますが、そのうちのひとつであるテルミット反応を紹介しましょう。

テルミット反応はアルミニウムと酸化鉄を使った反応で、以下の化学式で表現されます。



非常に大きな熱が発生していることが分かります。また、この反応を起こす際は、点火を行う必要があります。反応を発生させるためには熱が必要だということです。ところが、上の式を見て分かるように、反応によっても膨大な熱が発生します。反応に必要な熱を自ら供給し続けることによって、反応はドミノ倒しの



ように進むため、非常に激しい反応となります。

化学反応の主役は誰でしょうか？分子でしょうか？それとも、それより小さい単位である原子でしょうか？実は化学反応の主役は電子といわれています。化学反応が始まるとき、まず電子が動いて、その電子に追従するように原子核が動いて分子の形が変わるのであります。そして、分子の形が変わる時間は1000兆分の1秒、そして電子が動く時間がさらに短い100京分の1秒という時間です。

そして、日本でこの電子の動きを実際に見てみようという研究が行われています。この研究を行っている研究者の一人に、理化学研究所の沖野友哉さんという方がいます。沖野さんは2016年に窒素分子の電子状態の変化を直接撮影することに成功しています。電子を直接見るとは信じがたい話ですね。これからのさらなる研究の発展に期待しましょう。

どうだったでしょうか。ここに挙げた以外にも身近な様々な反応・現象は化学反応式で表現できることが多いです。皆さんも身の回りの化学反応を探してみてください。

2回目裏面

ラーメンの色って何色？

皆さんはラーメンはお好きでしょうか。人によって様々な好みがあると思います。そんなラーメンですが、スープの色は何色でしょうか？透明っぽい色でしょうか。それとも、黒っぽい色でしょうか。いずれにしても出されたときの色と食べ終わった後の色が変わっていることはないでしょう。

しかし、具材にあるものを使うことでスープの色が変わる不思議なラーメンがこの世にはあります。今回はそれをご紹介します。

用意するもの

インスタントラーメン 塩味:1袋、紫キャベツ:60g、レモン:1/2個、白だし:20ml
(お好みで調理済みの鶏ささみ:20g、白ネギ 10gなどをどうぞ)

調理手順

- 1.まず、レモンをトッピング用に3枚スライスし残りを絞り汁にして、白だしとお湯20mlを混ぜ合わせる。
- 2.鍋に500mlのお湯を沸騰させ、紫キャベツと麺を入れ、4分間ゆでる。
- 3.器に液体スープを入れ、鍋からゆで汁、麺の順番で入れる。
- 4.お好みで用意した具材を入れて食べてください。
- 5.少し食べた後、1.で作ったスープをお好みの量だけ追加して食べてください。

さて、食べている最中、どんな色が見えたでしょうか。おそらく、普通のラーメンとは違い、度々色が変わったのではないかと思います。

これは、紫キャベツに含まれているアントシアニンが関係しています。アントシアニンはアルカリ性に対しては青色っぽい色を、中性に対しては赤みがかった紫、酸性に対しては赤色を示すという性質を持っています。



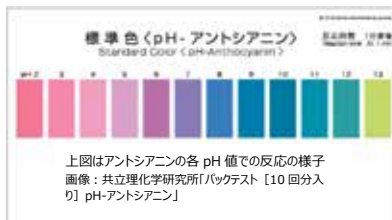
管休めのクイズ

では、ここでは管休めのクイズと行きましょう。

1.ろうそくの燃焼も化学反応です。地球上では、炎の形は右の写真のようになります。では、宇宙のような微小重力下、もしくは無重力化では炎はどのような形になるのでしょうか？



地球上で観察されるろうそくの炎の形



実は、ラーメンを作ったり食べたりしている過程でラーメンの pH 値が変わっていたのです。2.でまず青っぽい色になったと思いますが、これは麺に含まれるかん水がアルカリ性であるためです。そして、次に3.で色が変色したと思いますが、これは酸性の液体であるスープに反応しています。そして、レモンを入れると、さらに酸性に偏るため赤っぽい色を示します。

アントシアニンを利用することで、我々が食べているものが酸性なのか、それともアルカリ性なのか、はたまた中性なのか分かります。例えば、梅干しはどうでしょう。また、味噌ラーメンには入っていることが多いコーンはどうでしょうか。いろいろ確かめてください。

(画像出典：日清 マジカル王 HP)

安全注意点

- ・今回の実験では調理を行います。熱湯でやけどをしないように注意する、包丁を使う際は手を切らないようにするなど、安全に十分注意して、大人と一緒に実験してください
- ・このコーナーでは食材を使う実験を紹介していますが、実験のために食材を無駄にすることは控えましょう。この実験のラーメンはどの色のときも食べることができます。

2.ここからは元素に関するクイズです。1937年、その元素は世界で初めて合成された元素、即ち人工元素ですが、実はその約30年前に日本の小川正孝によって存在を発表されていました。重鉛の原子核をビスマスの原子核に衝突させてできるその元素とは？

3.レニウムと共に隕石の年代測定に使われる元素で、ルテニウム、イリジウムと共に万年筆のペン先などに使われている元素といえは？

4.蛍光灯に封入され、網膜剥離手術のレーザーなどにも使われる元素で、空気中の体積の約1%を占める元素は？

今回の科学者紹介

H, He, Li, Be...という記号の列を見たならば、おそらく皆さんは「水素、ヘリウム、リチウムにベリリウムか…」と考えるでしょう。皆さんがよく見てきた周期表に載っている元素です。周期表はロシアのドミトリ・メンデレーエフという人によって提案されました。彼は1869年に、「周期律」を発見し、それをもとに周期表を作成したといわれています。

しかし、皆さんが知っている記号以外にも元素の表し方があったことを皆さんは知っていますか。周期表、そして元素記号は多くの試行錯誤の末に現在のようないろんな見やすい形に変わっていったのです。例えば、表紙にある歪んだ形をしているものは、テオドール・ベンフェイという人によって考えられていた周期表です。今回はその立役者の一人、**ジョン・ドルトン**という人物をご紹介します。

ジョン・ドルトンは今のような元素記号とは別の形をものを考案しました。それが次の写真です。



ジョン・ドルトン (1766-1844年)



いう言葉の語源にもなりました。

現在とは少々違った形をしていますね。大きく違う点といえば、○に囲まれているところでしょうか。また、その中身も見たことないものもあります。例えば、水素はただの・で表現されています。炭素は黒っぽい色で塗りつぶされています。

また、ジョン・ドルトンはドルトンの分圧の法則という、法則に自分の名前を残した人物です。この法則については高校の化学で習うので、楽しみにしててください。

さらに、ジョン・ドルトンは色覚異常であったと言われています。そして、色覚異常を指すドルトニズム(Daltonism)と

日清マジカル王 <https://www.nissin.com/jp/news/5532>

共立理化学研究所「バックテスト [10 回分入り] pH-アントシアニン」<https://kyoritsu-lab.co.jp/products/zakanc>

ろうそく みんなの教育技術「小6 理科「燃焼の仕組み」指導アイデア」<https://kyoiku.sho.jp/42897/>

ジョン・ドルトン Wikipedia <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B8%E3%83%A7%E3%83%B3%E3%83%B3%E3%83%BB%E3%83%89%E3%83%AB%E3%83%88%E3%83%B3>

WPS? ドルトンの原子記号と原子量表 <http://www.wpsfoto.com/items/Y1599>

3回目表面

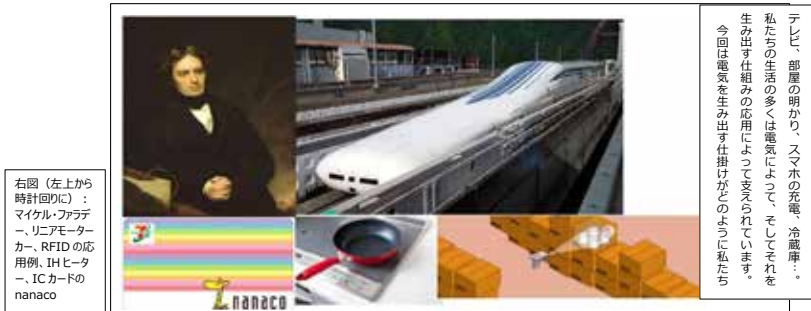
理科通信

第3号

2021年12月20日

新潟大学教育学部

理科教育学研究室



右図（左上から時計回りに）：
マイケル・ファラデー、リニアモーターカー、RFIDの応用例、IHヒーター、ICカードのnanaco

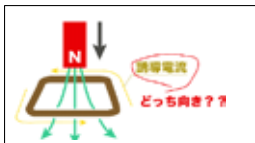
とっても便利な電磁誘導

皆さんは、もうすでに電磁誘導について学習しましたか？ コイルと磁石を用意し、磁石を動かしてみます。その際、コイルの中の磁界が変化するように動かすと電流が流れるという仕組みでした。この現象のことを「電磁誘導」といい、流れた電流のことを「誘導電流」といいます。また、磁石の動かし方を逆にしたり、磁石のN極とS極を反対にすると流れる電流の向きが変わるという性質もありました。

そして、この電磁誘導には「レンツの法則」というものが深く関係しています。今回はまず、このレンツの法則から紹介していきます。

1. どちらに流れるの？

コイルの中に磁石を入れる。そうすると、電流が流れる。これが電磁誘導だったわけですが、どちら向きに流れるかご存じですか？ 実は、電流の流れる向きは「レンツの法則」によって簡単に割り出せます。レンツの法則とは「誘導電流は磁界の変化を妨げる向きに磁界が発生するように流れる」という



ルールのことです。これを使うことで電流の向きを簡単に把握できます。

例えば、左下の図ではN極を下に移動させることで磁界を変化させています。上から棒磁石を近づけたため、「下方向の磁界が増加」しています。そのため、コイルは「上方向の磁界を増加させ」ようとします。では、電流はどちらに流れるのでしょうか。

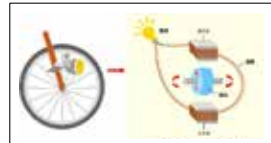
電流と磁界の向きは「右ネジの法則」によりですから、これを使って左回りと決定できます。



2. 電磁誘導の応用

電磁誘導とは磁界を変化させると電流が流れるという現象のことでした。しかし、よく考えてみるとすごいことじゃないですか。何せ、磁石とコイルを用意するだけで、電気を作る準備が完了してしまいます。電気というエネルギーの使い勝手の良さを考えると素晴らしい発見だと思えます。そして、この発見は現代でも様々な場面で応用され、私たちの生活を支えています。ここから、どんな場面で使われているのかをご紹介します。

？ コイルを使った発電



中でも外せないのは、コイルを使った発電でしょう。例えば、自転車についてのライト（上図）や発電所のタービン（下

図）です。
発電所には右図のようなタービンがあります。大きな磁石がつかまっており、重さは約3〜150トン。1秒間に60回転（または50回転）します。



自転車のライトでは、車輪の回転を使って磁石を回転させます。そして、その周囲にあるコイルで電流を起す。ライトの電源としているのです。

また、発電機も同じです。高圧の水蒸気の力でタービンを回転させることによって発電する、と聞いたことはありますか。あれは実は磁石を回転させていたんです。そして磁界の変化を生み出し、電流を取り出しています。

？ ICカード

皆さんは Suica や nanaco を持っていますか。これらのカードは IC カード（IC は integrated circuit、集積回路という意味）というものです。あのカードを使うことでお金のやり取りをデータにして扱うことが出来ま。そしてこれらのカードにも電磁誘導が使われている



のです。

Suica を分解すると中には上図のような回路が組み込まれていることが分かります。また、コイルのように導線が円形になっていることも見えます。カードリーダーにかざすと、そこから磁界の変化が発生し、カード内に電気が生まれ、データのやり取りが可能になるといっただいたんですね。

他にも、電磁誘導は現在、IHヒーター、RFID（GU やユニクロのレジなどで使われています）、ワイヤレス充電、変圧器などにも利用されています。また、これをさらに応用して、体内にマイクロチップを埋め込むことも研究されており、これにも電磁誘導の考えが基礎にあります。

3回目裏面

電気がない？ならば作ってしまえ！

もし地震が発生して、電気が止まったら…という生活を考えたことがあるでしょうか。先ほど紹介したように、電気はタービンの回転と電磁誘導によって起こされ、我々の生活を支えています。その電気がなくなったら…。しかし、安心して下さい。我々には電磁誘導という心強い味方がいるのではないですか。今回は電磁誘導によって発電し、明かりをともし実験を紹介いたします。

用意するもの

太いストローなど円筒形物（お菓子の入っている筒などもOKです。）、エナメル線、スポンジ2つ（ストローの両端の口をふさぐものです。ティッシュなどで代用できます。）、ネオジム磁石10個くらい、紙やすり、発光ダイオード（LED）2つ、台紙（コイルや発光ダイオードを固定するのに役立ちます。必須ではありませんががあると便利です。）、テープ

手順

1. 筒の中央あたりにエナメル線を巻いて、コイルを作ります。かなり多めに巻いても大丈夫です。この時、エナメル線を巻く場所を狭くおぼえようとして台紙を差し込んでおく、コイルがずれる心配がなくなります。



コイルを巻く様子

管休めのクイズ

皆さんが「電流とそのはたらき」の単元で学習した電気や磁界に関する内容は、社会の様々な場面で応用されています。そんな応用の仕方や知識を使って、働く人々やそれに関したクイズを出したいと思います。

1. 精密機械や制御機械を作るにあたって、大電圧の静電気は脅威の一つです。そのために、現場で製造にかかわる人たちは静電気を発生させない、またできるだけ



手首に何かをつけている。何を付けているんだ



工場内に水を噴射しているみたい。なぜだろう。

逃がすような対策を講じています。どんな

な対策が講じられていると思いますか。

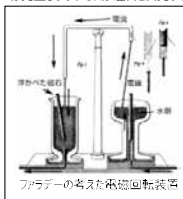
今回の科学者紹介

マイケル・ファラデー



イギリスの200ポンド紙幣の裏にはファラデーが印刷されています。

今回の理科通信で取り上げた電磁誘導。これはマイケル・ファラデー（1791～1867年）という科学者によって発見されました。彼はエルステッドが1820年に書いた「電流の磁気作用」についての論文を読み、電気と磁気の関係について知りました。そして、電気と磁気によって動力が得られるのではないかと考え、「電磁回転装置」（下図）を作り上げました。水銀は金属なので、電流を流します。磁石のある場所の水銀には上から下に向かって電流が流れるため、上から見て時計回りの磁界が発生します。それが磁石と反発することで回転運動をします。こうして、電気エネルギーを動力に変換できる世界で初めての電動機が誕生しました。補足ですが、電磁回転装置には磁石が回転するもの（図の左側）と、上から垂らした針金が回転するもの（右側）の2種類があります。



ファラデーの考えが電磁回転装置

を発見しました。右上の図が当時、ファラデーが作った電磁誘導を発見した装置です。左側の電源を入れ、電流を流すと磁界が発生します。発生した磁界は円状の鉄心を通って

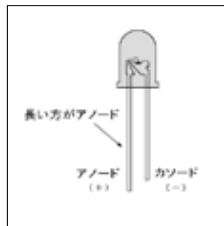
3. コイルの先に2つのLEDを並列につけて回路を作ります。LEDには明かりがつく電流の向きがあり、逆向きの電流が流れても明かりつきません。そのため、どちら向きに流れても明かりがつくように2つのLEDを接続する向きを逆向きにする必要があります。

因みに、図のようにLEDの足の長い方がプラス極（+極）でアノード、短い方がマイナス極（-極）でカソードといいます。

4. 筒の中にネオジム磁石を重ねて入れます。最後にスポンジやティッシュなどで口の両端をふさぎ、テープなどで止めた後完成です。

あとは、シャカシャカ振って明かりをつけて楽しんでください。

また、この実験をさらに発展させても良いでしょう。例えば、ネオジム磁石の代わりに、磁力の弱いフェライト磁石で実験するとどうでしょうか。コイルの大きさや巻き数、シャカシャカ振るスピードを変えるとどうなるでしょうか。試してみてください。



実験を行うにあたっての注意点

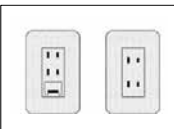
・エナメル線を剥がすときは手を切らないように注意し

まじ、よう。

2. 電気技師さんは家庭や職場で安全に電気を使えるように、コンセントやスイッチの配線をしてきています。日本の家庭には100Vの電圧が来ています。電気を安全に使うための工

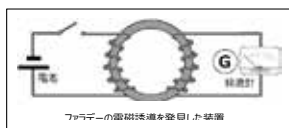


分電盤の中には種類数種類のブレーカーが



コンセントには2種類ある。どのように

夫には、どのようなものがあるのでしょうか。



この装置によってファラデーは電磁誘導を発見しました。

このほかにも、ファラデーは電気分解の法則や磁界による光の偏光、電気化学や環境学への尽力など様々な活動を行いました。

化学分野でイオンという言葉も我々は使っていますが、この言葉を定着させたのもファラデーといわれています。また、ファラデーはコンデンサの静電容量の単位F（ファラド）に名を遺した人物でもあります。

ファラデーは今日の生活を根底から支える様々な技術を発見し、そしてその地盤を固めてきた人といえそうですね。特に、コイルと磁石だけで電気を作り出す電磁誘導の発見は特筆すべきことでしょう。