

並列用リード線「Hey! Let's 回路」の開発

成田 一之慎

小学校第4学年「電気の働き」では、乾電池の数やつなぎ方を変えると、豆電球の明るさやモーターの回り方が変わることを学習するが、並列つなぎは多くのパターンが存在する上、うまく接続できない、時間がかかるなどという指導上の困難を抱えている。そこで今回、児童が様々な並列つなぎの回路を簡単につくることができるリード線「Hey! Let's 回路」を開発することにした。

【キーワード】 電気の働き 並列つなぎ 教材・教具 物理

はじめに

小学校学習指導要領の第4学年「電気の働き」では、「乾電池の数を1個から2個に増やして豆電球を点灯させたり、モーターを回したりすると、その明るさや回転数が増す場合と、乾電池1個につないだときと変わらない場合があることなどから、電球の明るさやモーターの回り方の変化を電流の強さと関係付けながらとらえるようにする。」とあり、「直列つなぎ」と「並列つなぎ」について学習する^{*1)}。

平成24年全国学力・学習状況調査では、「直列つなぎ」や「並列つなぎ」の際の導線や乾電池のつなぎ方についてとらえることに課題が見られた^{*2)}。

その後、平成25年に国立教育政策研究所が、ペーパー調査で測定が困難な観察・実験の技能の習得状況に関して調査を行った。その結果、「直列つなぎ」の通過率は第4学年で87.2%、第5学年で92.6%であったのに対し、「並列つなぎ」の通過率は第4学年で55.9%、第5学年で69.7%と低い傾向が見られた^{*3)}。

この原因は、児童が「並列つなぎ」の回路をつくる場合、次の点に困難を感じているためではないかと推測した。

- ①並列つなぎには、複数の方法が存在するが、全てのつなぎ方を経験していない。
- ②3本の導線を1箇所につなぐなど、手順が複雑である。
- ③導線が長い場合、接続先が分かず、混乱してしまう。
- ④回路図と同じようにつなぎたくても、難しい場合がある。

そこで、児童が複雑な操作をすることなく、簡単に「並列つなぎ」について、実感を伴った理解を深める教材を開発することにした。

1 並列つなぎのパターン

前述した国立教育政策研究所の調査結果によると、実際に児童が行ったつなぎ方は6パターンあった(図1)。

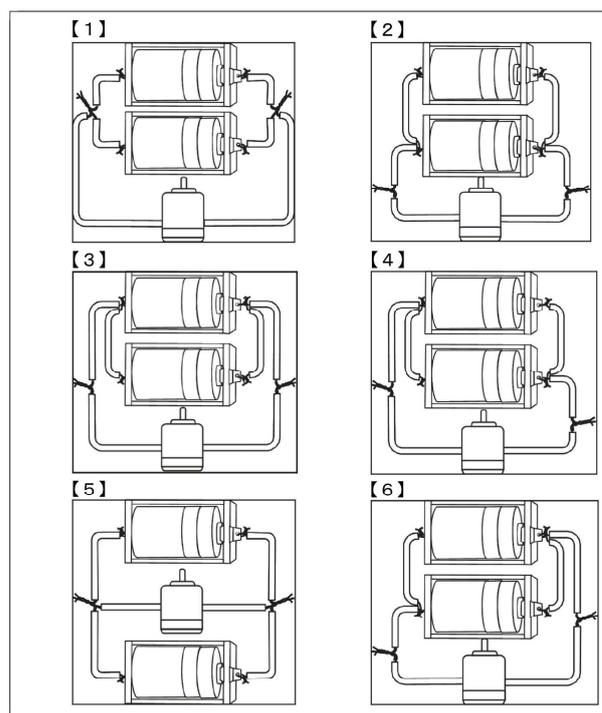


図1 並列つなぎの類型

この中でも特に図1の【1】のつなぎ方は、教科書に多く掲載され、回路図に表す際も一般的な方法として示されているが、児童が実際につなごうとすると、3つの導線を1箇所につな

ぐことになり、難易度が高い。また、【5】のつなぎ方は、【1】とモーターの場所が違うだけだが、難易度が高いつなぎ方である。

筆者が小学校教員を対象とした研修講座の中で、「並列つなぎ」を何パターンつくることができるかをグループで考える機会を設けたが、6パターン全てを考えることができたグループはほとんど無かった。

そこで、図1の全てのつなぎ方を簡単に再現可能な導線を開発することにした。

2 「どう？線」の開発

図1の全てのつなぎ方を簡単に再現するためには、導線上の広い範囲において、みの虫クリップが接続可能な構造でなければならない。

そこで、100円ショップで購入した直径1.2mmの銅製針金の両端に、みの虫クリップを半田付けして導線を作製した（図2）。



図2 「どう？線」



図3 「どう？線」を使った並列つなぎの例

この「どう？線」を使用して並列つなぎの回路をつくると、様々な場所にみのむしクリップが接続可能となり、並列つなぎの原理を直感的

に理解させることができた（図3）。

しかし、「どう？線」は、導線部分が剥き出なため、回路をつくる操作に慣れていない小学生が使用すると、ショートなどの事故につながる可能性が払拭できない。そのため、接続可能な部分を最小限に改良することにした。

3 「Hey! Let's 回路」の開発

新しい導線は、ショートなどの事故を防ぐため、みの虫リード線の導線部分を中央から切断し、2本の接続部分を端子とする方法に改良することにした（図4）。



図4 改良した導線

この方法の場合、2本の接続部分を繋ぐ必要がある。次の(1)～(3)に接続方法について検証した結果を記載する。

(1) 半田付け

ビニールの被覆を剥がして半田付けをする方法で作製した（図5）。

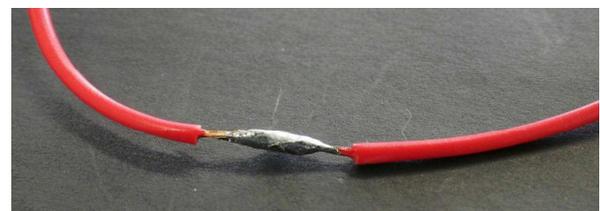


図5 半田付けで接続した様子

(2) 圧着端子

半田付けは、高温の半田ごてを使用するため、作製が難しい。そこで、圧着端子を電工ペンチで潰して挟む方法に変更した（図6）。



図6 圧着端子と電工ペンチ

半田付けという難しい作業からは開放されたが、電工ペンチの価格が1,000円以上するため、さらに安価に作製できる方法を模索することにした(図7)。



図7 圧着端子で接続した様子

(3) アルミパイプ

圧着端子の形状が、ホームセンターで販売されているアルミパイプに似ているため、外径3mmのもので代用することにした(図8)。



図8 アルミパイプとパイプカッター

アルミパイプの価格は、1mで約100円と非常に安価であり、100円ショップで400円で販売されているパイプカッターで簡単に切断できる。

アルミパイプは比較的柔らかく、ラジオペンチで簡単に潰すことができるため、電工ペンチが不要になり、板状に潰れることで、みの虫クリップが挟みやすくなった(図9)。

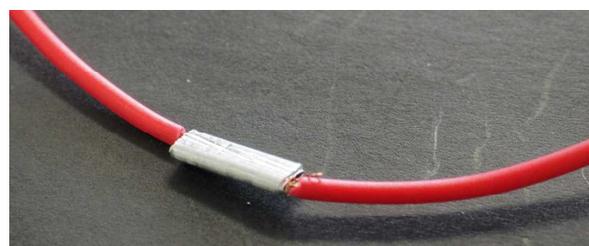


図9 アルミパイプで接続した端子

(2)で使用した圧着端子の材質は銅だが、アルミニウムと電気伝導率に大きな差はないため、発熱などの危険性もない。

材料として使用するみの虫リード線は、新品を用意することも考えられるが、片側のみの虫クリップが取れてしまったり、傷んでしまったりしたものを再利用すれば、より安価に作製することができる(図10)。

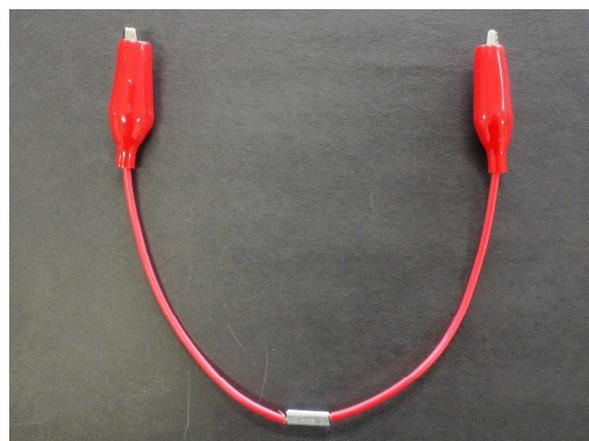


図10 完成した「Hey! Let's 回路」

4 回路の再現

図1の国立教育政策研究所が示した並列つなぎの類型について、「Hey! Let's 回路」で再現した(図11)。

【1】や【5】のつなぎ方は、通常の導線を使用すると、3本の導線をねじり合わせる必要があるが、本教材を使用すると、6つの類型を短時間で簡単につくることができた。

また、導線の全長を20cmと短くしたことで、接続先が分かりやすくなり、児童が回路図に変換して表す際も混乱しにくいと考える。

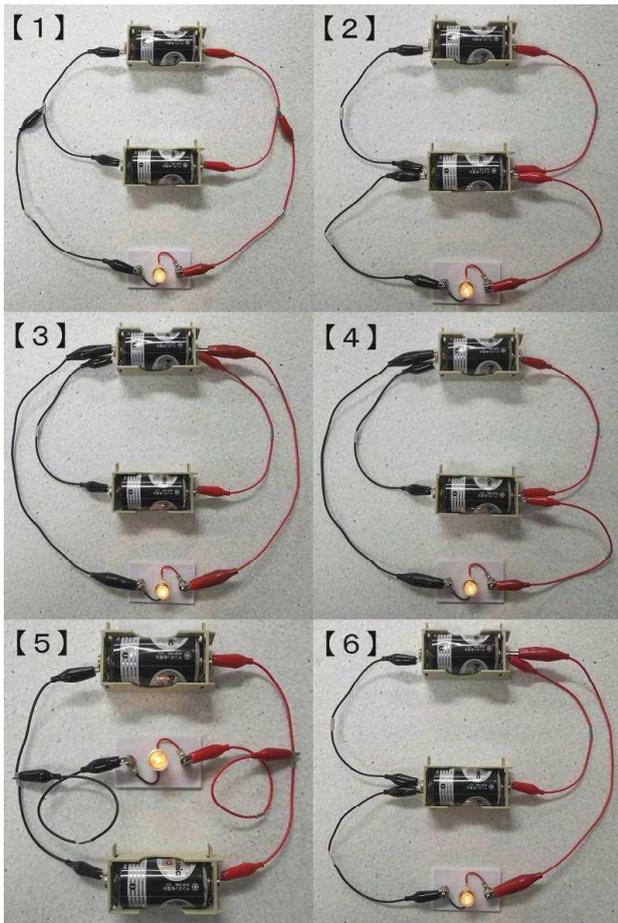


図11 6つの類型を再現した様子

5 成果と課題

完成した「Hey! Let's回路」は今年度、当センターの研修講座だけでなく、十勝理科サークルや上川教育研究会の実技研修会で実際に作製してもらいながら、意見をいただいた。

また、石狩教育研究会4年部会の研究授業で使用していただいた(図12)。

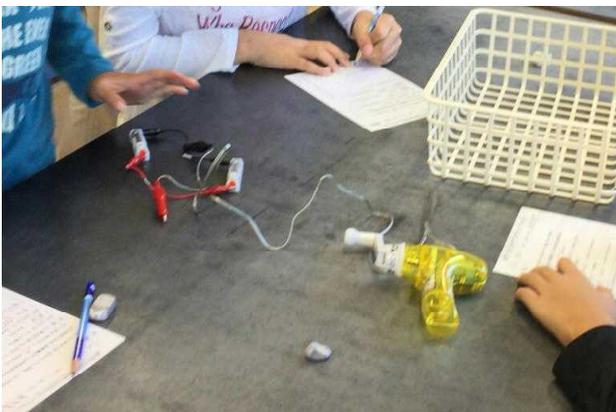


図12 石狩教育研究会の研究授業の様子

多くの先生方からの意見をもとに、今回開発した教材について、成果と課題をまとめると、次のようになる。

成果

- 簡単に作製することができるので、グループ分の本数を用意できる。
- 児童が並列つなぎの回路を簡単につくることができ、実験時間の短縮につながる。
- 3つの導線をねじり合わせる場合と比べ、接触不良によるトラブルが減る。
- 乾電池の+極同士を接続してから、-極同士を接続し、最後に電気を使う物に接続することで、並列つなぎについての理解が深まる。
- 導線が短いため、回路が確認しやすい。
- 小学校だけでなく、中学校第2学年「電流とその利用」の並列回路の学習でも活用できる。

課題

- 既存の、みの虫リード線を使用しない場合は、みの虫クリップを半田付けをしなければならない。
- アルミパイプに挟めた導線が、金属疲労で断線してしまうことがある。

6 まとめ

本研究で開発した実験装置により、並列つなぎについて、実感を伴った理解を図るための一助となることを期待する。

今後は、児童が乾電池のつなぎ方と回路を流れる電流の強さとを関係付ける能力を育てる教材の例として、作製方法を当センターのハンズオン教材に掲載したいと考えている。

今後も、指導が困難な学習について検証し、教材の開発に尽力する所存である。

参考文献

- 1) 文部科学省 小学校学習指導要領解説理科編 2008
- 2) 文部科学省 平成24年度全国学力・学習状況調査報告書 小学校理科 2012
- 3) 国立教育政策研究所教育課程研究センター 理科の学習指導の改善・充実に向けた調査分析について 2013

(なりた いちのしん 物理研究班)