

物理現象可視化教材の開発 —電気、波動分野について—

代表者：近藤 一史（教育学部・教授）

1 研究概要・目的

理科の中でも物理分野の学習が特に困難であると言われている。これは、物理分野では目に見えない現象を対象とすることが原因の1つと考えられる。この目に見えない現象を目に見えるモデルにより説明する試みは従来から多数行われている。しかし、それらは規模が大きいため身近でなかったり、あくまでもモデルであり実物として存在しなかったりするものが多い。そこで、本研究では、小・中学校の実験室で児童・生徒が実際に利用できる以下の可視化教材の開発を目的として（1）水流モデルの開発。（2）クント管の改良。を行った。

2 本研究の意義・特徴

物理現象を可視化することが理解を助けることに有用である。目に見えない物理現象を可視化する試みとして、モデル作り、コンピューターソフトによるシミュレーションなどが数多く行われている。これらが理解を助けることは確かであるが、どれも一長一短で完璧な教材は存在しない。現存の教材に、すこしでも改良を加え、より利用しやすく、より理解を助けるための教材作りが必要であると考え。ほとんどの教科書には水流モデルが掲載されている。電流・電圧の可視化教材が多く報告されているが、それらは教科書に掲載されている水流モデルとは異なっている。授業では教科書を使用するため、教科書に掲載されている水流モデルを教材として開発することには意義がある。水流モデルに関しては、教科書で示されたモデルの実現を試みた。電気とともに、波動（光、音）も目に見えない現象である。波動の中でも、我々の研究室でも、以前クント管と呼ばれる装置を作製して、定常波の可視化を行った。しかし、クント管の装置は、クント管の調達や、スピーカーからの音で定常波を発生させるための条件に工夫が必要で、安定した装置を完成することができなかった。本研究ではクント管の改良を行った。また、うなり現象を可視化する教材の報告はほとんどない。うなり現象や音の合成（和音）などは身近な現象なので、可視化教材は音の学習に興味を持たせると思われる。今回は、うなり現象の可視化を完成することはできなかったが、引き続き開発を行う予定である。

3 開発した教材

3-1 水流モデル 開発する水流モデルは、①教科書に記載されているモデルと同様の外見とする。②実際に水が流れるモデルとする。③理科実験室の各班の机で使えるような大きさとする。を目標とした。教科書の記載は、樋状の水路が水が流れるモデルであるため、樋状の水路の作製から検討を始めた。様々な試作を行ったのち、電気の配線において、ケーブルを隠すためのカバーが利用できると思いつき、これをくみあ

わせて水路を作製することにした。水を流すためには、熱帯魚などの水槽で水を循環させるためのポンプを利用した。これらを、工具などを入れるふた付きのプラスチックケース（ $BL13:30\text{ cm} \times 40\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ ）の中に収まる大きさで組み立てた。移動する際や使用しない場合、水流モデルはケースの中に納めることができる。使用する際は、水流モデルをふたの上に置き、水はケースに入れてふたを通じて



図1 直列水流モデル

ポンプで水流モデルに供給し、実演することができる。図1は、開発した直列水流モデルである。教科書に記載されたモデルとほぼ等しい。実際に3次元モデルとして作製して新たに次の利点があることがわかった。上面から見た場合、直列つなぎにおいて、電流の大きさが等しいことがわかるモデルになっている。側面から見た場合、直列つなぎにおいて、電圧が足し合わせになっていることがわかるモデルになっている。

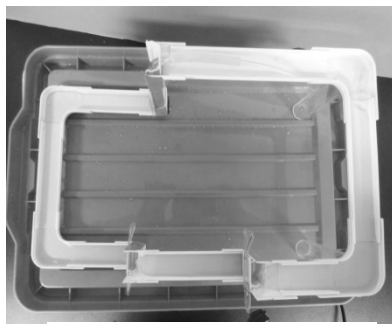


図2 直列水流モデル 上面

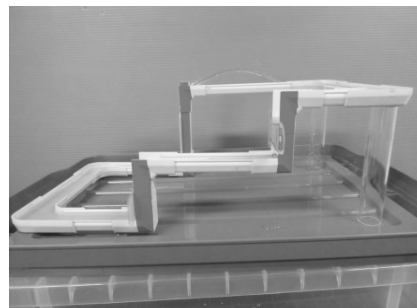


図3 直列水流モデル 側面

図4 並列水流モデル



図4 並列水流モデル



図5 並列水流モデル 上面

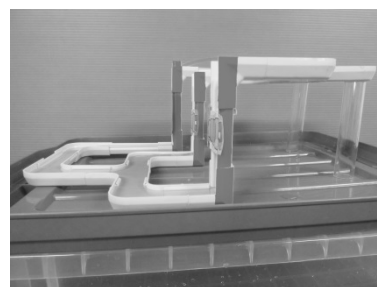


図6 並列水流モデル 側面

同様に、並列水流モデルについても作製した(図4)。上面から見ると、電流が足し合わせになっていること(図5)。側面から見ると、電圧が等しいこと(図6)がわかるモデルとなっている。

3-2 クント管 本研究で作製したクント管を図7に示す。以前、クント管を作製した際に問題となった点は、①クント管が高価で、希望の大きさの規格がなかったこと。②波を立たせるための、音源ならびにスピーカーの容量が大きい必要があり苦労した。の2点であった。①の問題を解決するため、今回作製したクント管は、管の部分が透明のパイプではなく、アクリル板を加工した角柱になっている。クント管の材料入手の点で、いくつかの角柱のクント管利用が報告されている。本研究では、材料の入手の点以外に、波源であるスピーカーの大きさとクント管の大きさを合わせるのが容易であるという利点があることがわかった。②の解決のため、スピーカーをクント管の両端に取り付けた。このことにより、音源ならびにスピーカーの容量を抑えることができた。図8が作製したクント管により発生した波の様子である。これらは附属小学校で行われた、「埼玉・栃木・群馬 小中合同理科教育研修会」(H25-2-3 実施)のワークショップで実演して好評を得ている(図9)。

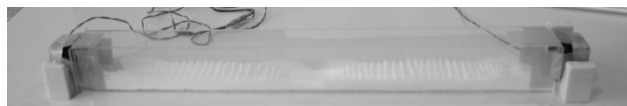


図7 クント管

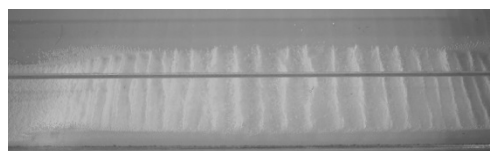


図8 クント管に見られる定常波



図9 ワークショップでの実演