

高等学校理科「波」の分野における探求活動授業の改善

— 簡易ウェーブマシンの作製 —

Improvement of the searching activity lesson in the subject "undulation"

— Production of a simplified wave-machine —

杉村 健・古屋康則・仲澤和馬

Takeshi Sugimura, Yasunori Koya and Kazuma Nakazawa

〒501-1193 岐阜市柳戸1-1 岐阜大学教育学部 理科教育

TEL: 058-293-2255 (email: koya@gifu-u.ac.jp)

要 約

高等学校物理学分野の「波」の単元で使用することを目的とした、簡単で安価な波動実験器(ウェーブマシン)の作製を試みた。ホームセンターや100円ショップなどで購入可能な材料のみを用い、材料費1,500円、制作時間1時間程度で作製することができた。この教具では波の進行のようすや定常波を観察することが可能であった。新学習指導要領で重要視されている探求活動などにおいて、生徒自身が作製でき、波の物理現象を探求するための教具として紹介する。

1. はじめに

これまでの高等学校における理科の授業では、探求活動の場が少なく、教科書に書かれている写真やグラフを見て、そこから法則を考察して理解したつもりになってしまうケースも少なくなかった。学習指導要領では、高等学校理科において、新しく探求活動が導入されている(文部科学省, 2009)。つまり、これからの高等学校理科の授業では、実験をはじめとする探求活動が重視されることとなる。

一般に、高等学校の理科で使用する教材・教具には高価なものが多く、各学科の単元ごとに、生徒一人一人が、観察・実験をできる環境を早急に作るのは困難である。新しい学習指導要領に対応した探求活動の充実を図るには、目的とする現象を観察できるような教具を安価に作製するような工夫がもとめられる。

高等学校物理の単元に「波」がある。この分野では、「波」が伝わるようすを波動実験器(以下、ウェーブマシン)、ばね、水波実験器などを用いて、波に関する基本的な量や性質について、観察などにより扱うとされている(文部科学省, 2009)。またここで用いられるウェーブマシンという教具は、波の反射、重ね合わせや、定常波

ができるようすを視覚的に理解するには優れたものである。しかし、市販されているものでは20,000–30,000円と高価であるため、通常は教員による演示などで用いられることが多く、生徒一人一人に探求活動の中で使わせることができないのが現状であろう。

そこで本稿では、高等学校物理の授業で波の進行のようすなどを生徒一人一人が観察できることを目的に、安価で簡単に作製できる簡易ウェーブマシンについて紹介するとともに、この教具の利用法について述べたい。

2. 高等学校「物理基礎」および「物理」における波の学習

新しい高等学校学習指導要領では、「物理基礎」において「波」は「様々な物理現象とエネルギーの利用」の単元において「熱」や「電気」などとならんで学習される。ここでは「(ア) 波の性質」と「(イ) 音と振動」の2つについて学ぶが、波が伝わるようすをウェーブマシンやばねなどを用いて観察し、波長、振動数、速さなどの基本的な量や、波の重ね合わせや独立性、定常波(定常波)についても扱われる。

「物理」の「波」の分野では、内容が「ア 波

の伝わり方」, 「イ音」, 「ウ光」, および「エ波に関する探求活動」という4つに分かれている。「波の伝わり方」では, 水波実験器を用いて水面上を伝わる波を観測するなどして, ホイヘンスの原理, 反射・屈折, および屈折率を扱うほか, 波の干渉と回折についても理解させることがもとめられている。また, 「波に関する探求活動」では, 波に関する学習活動と関連させながら, 観察・実験を通して, 物理学的に探求する方法を習得させることがもとめられている。

今回紹介する簡易ウェーブマシンは, おもに以上に挙げた単元で使われることとなる。ウェーブマシンを使うことにより, 波における様々な現象を視覚的に捉えることができる。より効果的にウェーブマシンを活用するには, 生徒各自が操作・観察でき, 種々の波動現象が再現できることが必要となる。

3. 材料および作製方法

簡易ウェーブマシンの作製に要する材料とそれらの市販価格を表1に示した。材料のすべては, ホームセンターや100円ショップなどで安価に購入できるものである。今回の材料費は1,500円程度であった。

表1. 簡易ウェーブマシンの作製に必要な材料と費用。

材料	個数	単価	価格
丸棒	7	138円	966円
水糸	1	68円	68円
本立て	2	105円	210円
合計			1,244円

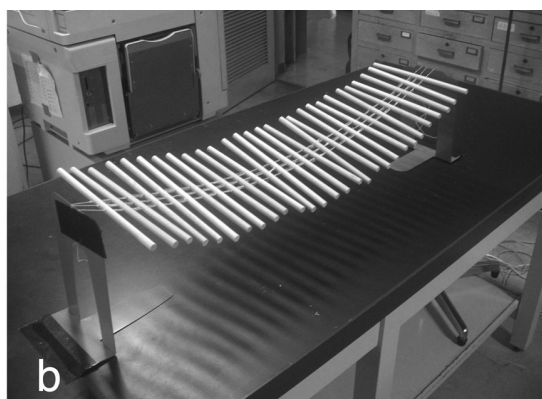
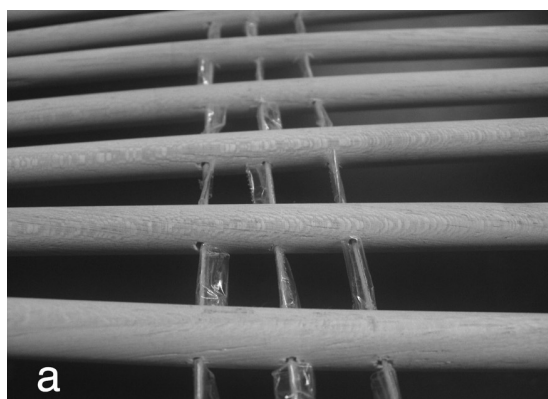


図1. 簡易ウェーブマシンの制作過程。

a: 棒に3ヶ所の穴をあけ, 水糸を通したようす。b: 完成したウェーブマシン。

作製方法は以下の通りである。

- ①丸棒1本を4等分にカットして, 23 cm程の棒を28本準備する。
- ②棒の中央に, 1.5 cm間隔で糸を通せるほどの穴を3つあける。
- ③3つの穴にそれぞれ水糸(丈夫な糸であればよい)を通す(図1a)。その際, 棒同士の間隔を一定にするためにセロハンテープをつける。
- ④すべての棒に水糸を通したら, 端を結んで玉留めする。
- ⑤3本の糸をガムテープで本立てにつける。本立てを, ガムテープや, 重いもので机の上に固定する。これで完成となる(図1b)。

1台作製するのに要した時間はおよそ1時間であった。

4. 性能および考察

装置の一方から丸棒に振動(棒の端を上げ下げする)を与えることにより, 実際に波を発生させているときのようすを図2に示す。今回作成したウェーブマシンでは, 波の進行の様子がよく観察できた。また, 棒の両端から振動を与えることにより, 定常波も観察でき, 腹, 節を捉えることができた(図3)。

問題点として固定端と自由端での反射の様子が分かりづらいということが挙げられる。この原因として, 1) 与えられた振動によって起きた波が反対側の端に届くまでに波が小さくなってしまうため, 2) 長時間の使用により糸が弛んで波が伝わりにくくなるため, 3) 棒が短いので波

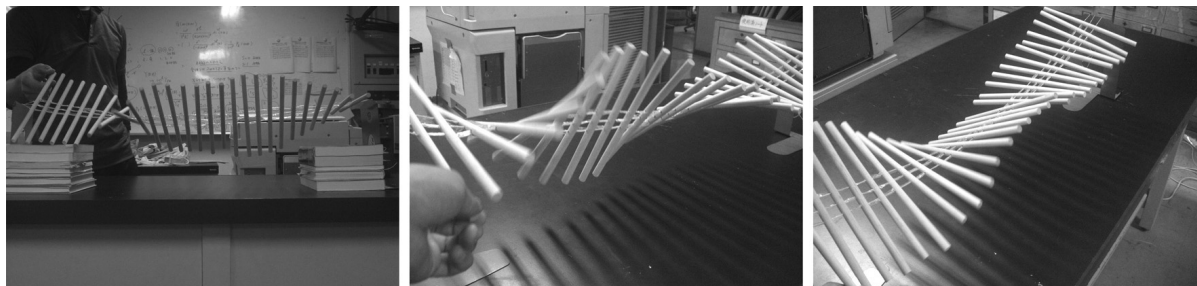


図2. 完成したウェーブマシンを動かしているようす。

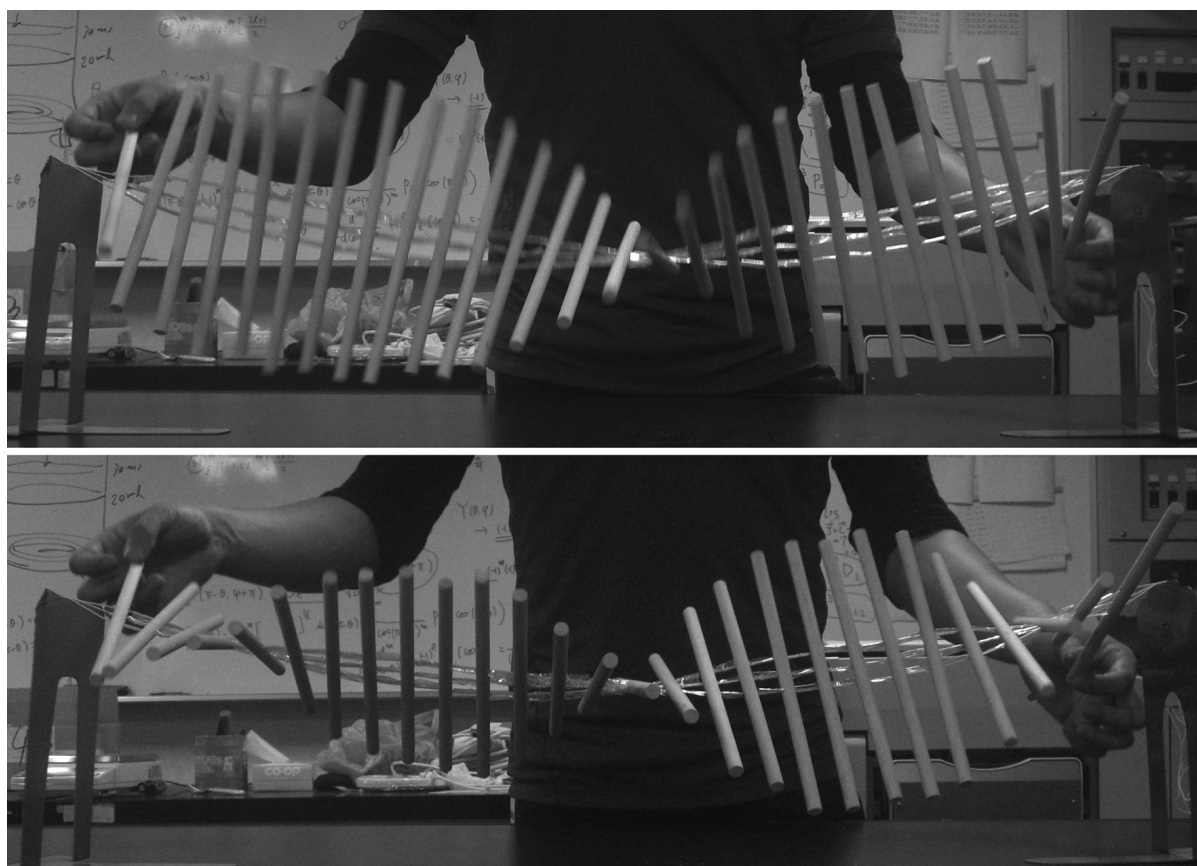


図3. 簡易ウェーブマシンによってできた定常波のようす。

の動きがコンパクトになり、見にくいいため、4) 棒が重い場合、などが考えられる。これらの点を考慮して、棒の長さ、太さ、重さ、材質、固定方法などに今後改良を加えることで、さらに性能のよいウェーブマシンが作製できる可能性がある。

今回作製したウェーブマシンは、市販のものや、これまでに紹介されているもの（赤澤・松居，2008）などと比べると性能が大きく劣るが、市販のウェーブマシンが20,000～30,000円もするのに対して、1,500円程度で作製でき、作製時

間も1時間程度と短かったことを考えると、コストパフォーマンスの点で十分に実用に耐えるものであるといえる。糸と丸棒の固定の方法（例えば爪楊枝や接着剤などで固定する）や、ウェーブマシン本体の固定方法（頑丈な台に固定する）などにはまだ改善の余地がある。しかし、安価に、簡単に作製するという点からは、今回の作製方法でも物理基礎の「波の性質」や物理の「波の伝わり方」におけるポイントとなる現象の確認には十分に活用可能である。また、探求活動を行う際にも、生徒自らがこのウェーブマシン

ンを作製することで学習意欲が高まり，積極的に波の物理現象を探究することが期待できる。

察できるウェーブマシンの制作. 宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要, 31: 173-180.
文部科学省. 2009. 高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編, 大日本図書, 232 pp.

引用文献

赤澤 勉・松居誠一郎. 2008. P波とS波の分離が観