

大人数における仮説実験授業のあり方への提案

Suggestion to the Way of the Kasetu-Jikken-Jugyou in a Great Number of People

横峯 孝昭*, 古賀 久徳**, 原村 隆也**
Takaaki Yokomine, Hisanori Koga, Takaya Haramura

*鹿児島女子短期大学, **志學館中・高等部

「音の科学：(1)音の正体，(2)音の高低という2部構成で仮説実験授業の授業書を作成し，小学理科では扱わない音についてイメージを持つことができるかという狙いのもと6年生に理科実験教室を行った。さらに，参加人数が多い中で仮説実験授業を行うと，プリント配布に時間が掛かってしまうという仮説実験授業の問題点を，配布ではなくPowerPointにて授業書の投射を行い，授業を展開し，質問は予め作成しておいたワークシートに書き込むことで解消できないかという試みを行った。

キーワード：仮説実験授業，音，大人数

1. はじめに

仮説実験授業は1963年に板倉聖宣に提唱され誕生した。教育現場においても広がりを見せているが，それについては教育現場のみならず，教育研究の分野においてもいろいろと議論されているところである。また，仮説実験授業は理科のみならず，社会，算数，数学，国語，外国語，技術等いろいろの分野においてその授業書が作成されている¹⁾。その内容は，授業を行う教員の側からもなるほどと思える内容が盛り込まれている。筆者も当短大における講義において，化学，一般教養科目において用い，学生の学び直し，基本的な考え方の構築し直しにとっても有効であると実感している。ところが，実際に授業を行ってみると頭を悩ませる点もある²⁾。特に短大，大学という1講義の人数が多くなる場合に，授業書を一枚一枚配布して行っていくという授業形態が本来の授業内容以外でかかる時間として大きいという問題点が出てくる。そこで，本研究にて，授業書を配布せず，PowerPointにて授業書を投射，授業始めに問題，質問，自由記述が可能なワークシートを1枚配布することを試みた。そのような形式で児童の理解にどの程度影響があるのかを調べた。今回は“音”をテーマにした授業書を作成し小学生85名に実施したので合わせて報告する。

2. 研究の目的と方法

2.1 授業の目的

作成した授業書を元に話を展開，問題・質問に自らの意見を表明，どうしてそのように考えたのか互いに意見を出し合う。その後実験を行い，その結果をもとに考察を行うという「仮説実験授業」の形式にのっとり授業を展開¹⁾。「音」という小学生理科では扱わない単元を用い，音=波

であること，音の高低についての2点を小学生にイメージしてもらうことを第一としている³⁾。また，昨年も80名を超える授業を展開する中で，仮説実験授業の1つの弱点でもある，授業書を大人数に配布することによる時間のロスをどのように解消すべきかについても，授業書を配布しない形式をとることにより試みた点も今回の目的の1つである。

2.2 対象

志學館中・高等部で行われた理科実験教室に参加した85名の小学校6年生を志學館中・高等部の生徒ホールに集めて行った。授業実施者は原村隆也教諭。

2.3 授業の構成

85名を生徒ホール前方に集め，椅子に各々座らせ，手元を見せる演示実験時は，ビデオで手元を写し，スクリーンで大きく投射し後ろにも見えるようにした。授業書は配布せず，別紙の各設問の問い，自由記述が可能な物を配布。授業の進行に関しては，授業書をPowerPointにて作成，スクリーンに投射することにより進行する。授業書に関しては最後にまとめて配布した。

2.4 準備

紙コップ2セット，タコ糸2メートル，銅線2メートル，ストロー2個，各児童数準備。太鼓，ロウソク4本，マイク，真空管，オシロスコープ，コップ。

3. 結果と考察

3.1 授業の概要

はじめに音についての問いかけを行い、現在での音に対する児童のイメージを把握する狙いがある。小学校理科では音という単元はないにもかかわらず大半の児童が音＝波であるというイメージを持っていた。また、次の設問として音が伝わるものとして児童が挙げたものは「空気」「もの」「水」であった。次に糸電話により音の伝わる仕組みについて体験してもらった。糸電話で遊んだことがないという児童もあり、各々に工夫を凝らしている様子がうかがえる。2セットを用い、お互いに耳と口に糸電話を当てリアルタイムで話をしている姿が見えた。その後質問2にて糸電話が音を伝える仕組みについて問い、意見を出し合ってもらったところ、

- ・糸を（強く）ぴんと張らないと聞こえなかった。
- ・糸に声の振動が伝わるためにピンと糸を張らねばならない。
- ・糸が声を伝えてくる。
- ・しゃべっているとき糸が震えている。
- ・紙コップと糸がしっかりくっついていないときは声が聞こえなかった、という気づきが発表された。

複数の糸電話をつないだらどのようように声が聞こえるであろうかと問題1にて問う。児童の予想はア75名、イ4名、ウ2名、エ9名、オ0名であった。各々なぜそのような予想を立てたのか意見を述べてもらったところ、イの予想の児童より、

- ・まっすぐでない音は聞こえないと思うからエの予想の児童より
 - ・ねじれているから全部聞こえなくなる
- といった予想がでた。

予想後実際に実験してもらったところ、さらに発展させ、4名だけでなく6名、8名と糸電話をさらに接続させ話をする姿が見受けられた。この時点でほぼ全ての児童が糸をしっかりと張っていれば声が聞こえるという条件を見つけることができている様子である。

音を伝えるものが振動であることを体感してもらった次のステップとして、糸ではないものでは振動が伝わるのか、その点を考えてもらうため問題2を設定した。児童の予想としては、ア73名、イ12名、ウ0名（保護者にも予想していただいたところ、ア20名、イ5名であった）、なぜそのように考えたのか質問したところ、アの選択をした児童は、

- ・金属はもともと伸びているものだから
- ・針金だから振動が伝わる。
- ・振動が伝わりやすそうだから。

という意見を述べてくれた。

イを選択した児童は

- ・まっすぐ伸びていないから。
- ・金属だから伝わらない。

という意見を述べてくれた。

予想した後に実際に針金電話を作成、実験してもらった。その過程で、問題1のように針金電話を絡ませる、いろいろな形を針金で作成した後に声が伝わるかを確認する、針金を手で触り振動を確認する、ということをおこなっていた。

この時点で振動により音が伝わることを認識している様子であったので、さらに目に見えない空気が実際は音を伝えていることを問題3にて実演することとした。予想の段階では、ア73名、イ1名、ウ2名、エ0名、オ9名となり、オのそのほかの意見としても、炎がゆれるというアの現象の大本となる意見をもつ児童が多かった。実演をする際には1/60秒が撮影できるハイスピードカメラを用いて炎が揺れる様子も見てもらった。

振動するものがない状態、真空状態では音が伝わらないということも実際に体感してもらうため、問題4を設定。この時点で児童の全員が選択肢のイを選択するに至った。一連の流れで、音は何かを振動させ伝わっていくものであるということ認識することができたと考えられる。

音の高低については、ストローぶえを用いて手軽に実験できることから導入とした。過去の同様な実験としては、ものづくりハンドブック1（仮説社）⁴⁾の中にて、「吹いてならず高い音 低い音」に同様の実施報告がある（p198からp203）。問題6にて実際に吹きながらスロトローを短くしていき、音が高くなることを体感しつつ、問題7へうつると、大半の児童は空気の部分のみに着眼しているため、何が実際に音を伝えているのかまで考えていない。そのため、問題7においてはイ77名、ウ8名という予想の結果となった。

3.2 授業の評価

最後に参加児童に、本授業の面白さ、理解度について授業アンケートを行い、評価してもらった。その結果は表1のとおりである。

自由記述による感想としては

- ・音はしん動や空気、水によって聞こえたり、高さが変わったりしたのがわかりとてもうれしかったです、他にも、音のこと調べてみたいと思いました。
- ・原理だけでなく、実際に作って実験していたのでとても面白かったです。
- ・今までほんとはやっていたことがないことが目で見て分かったので勉強になった。

- ・太鼓の実験が面白かった。
- ・実験を通して学ぶことで普段塾で学習することがより深められた。
- ・塾で習うときは「難しいな」と思っていたけど、今回、実験をしたことによってより理解が深まったので良かったです。
- ・音について色々なことが分かった。知らなかったことも実験でよく分かった。家でもやってみたいと思った。
- ・学校では実験をしないので実際に見て納得した。
- ・音自体が無理、科学などの分野がいい、よくわからない。
- ・音は不思議。
- ・音をあやつることはとても不思議だった。
- ・思った疑問を一つ一つ実験をしていくことができてよかったです。？を！に変えることができてうれしかったです。
- ・身近なものが科学につながっていることを実験をして、その後スクリーンを使って説明してもらえて楽しく、分かりやすかったです。
- ・音は空気が振動していることが分かった。
- ・針金の方がよく聞こえすぎと思った。
- ・つかれた。
- ・もっと大きい、ストローでやってみたいと思いました。
- ・先生の話とプロジェクターでの説明がとてもわかりやすくすごく勉強になった。
- ・ストローが面白い。
- ・ガラスコップの音の伝わり方にびっくりした。
- ・リコーダーの音の高低の秘密がわかって驚いた。
- ・最後のコップの問題は、正直「ずるい」と思った。
- ・音という分野は苦手だったので、よく知ることができた。

児童の評価、感想より音が振動で伝わること、音の高低について今回実施した内容については8割強理解していることが伺える。以前に筆者らが報告したシャボン玉の原理においても同様のことを述べてはいるが、やはり理科の授業においては、実際の実験による体験というものが大きいことは言うまでもないようである。以前にも報告⁵⁾してあるが、そして誰もが程度の方角性を示したものを授業書という形で示しておくとして理科実験のやり方としては、教

育現場としてもやりやすいのではと思われる。

4. まとめ

昨年に続き⁵⁾、テーマを変えて「だれがやっても、どこでやっても、かなりの成果をあげることが可能」という「仮説実験授業」の授業書という方法を採用することにより、「音」という小学校の理科の課程では扱わない現象を児童へ理解させることが可能か試みた。問題、質問の作成過程が今回は原理をしっかりと説明しきれないであろうという予測のもと、どちらかという現象体験に重きを置いて設定されている。そのような意味では厳密には「仮説実験授業」の授業書様ではあるが、授業書、もしくは、「仮説実験授業」という言葉をキーワードとして用いることはどうかという疑問も拭えないことは承知している⁶⁾。理科実験としてこのような手法を用いて「音」を理解させることの手助けになる教材として今後も改良を重ねていくことで良いものへと精選されていくことができればと考えている。

さらに今回検証したかった点として、授業書を一枚ずつ配る時間と労力を省略しつつ、同様の効果を得られないかという試みも行ったが、昨年、同様な形式の授業を、シャボン玉をテーマに行った結果があるが、その際には児童の7割程度が内容をよくわかったと評価してくれている。今回内容が異なるが、児童の授業への評価を見る限り、8割の児童がよくわかったと評価してくれている。このことから特に今回の手法によって理解が落ちるといったことはないと思われる。

謝辞

授業を行うに当たり、ご協力いただいた志學館中・高等部の石川和廣教諭、安藤貴人教諭並びに諸先生方、理科実験教室へ参加いただいた日能研の児童・保護者・先生の皆様、授業書の挿絵を提供頂いた本校の卒業生である加治屋めぐみさんに感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 仮説実験授業のABC 楽しい授業への招待(第4版) 板倉聖宣, 仮説社(1997)

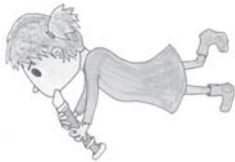
表1 児童による授業評価

今回の授業はおもしろかったですか？わかりましたか？					
おもしろい	5	72名(84.7%)	よくわかった	5	69名(81.2%)
	4	10名(11.7%)		4	12名(14.1%)
	3	2名(2.3%)		3	2名(2.3%)
	2	0名(0.0%)		2	1名(1.2%)
つまらない	1	1名(1.2%)	わからん	1	1名(1.2%)

- 2) 仮説実験授業の再評価 ―教師の意識調査から― 大阪教育大学紀要 第V部門 第2号 p59-74 (2009)
- 3) 文部科学省 小学校学習指導要領 (平成20年告示)
- 4) ものづくりハンドブック1 (第2版) 「たのしい授業」編集委員会編 仮説社 (1988)
- 5) シャボン玉を用いた授業書 (仮説実験授業) の提案 ―身近な素材への関心を育てる授業の実践例― 鹿児島女子短期大学紀要 第49号 p19-34 (2014)
- 6) 仮説実験授業における「問題」段階の検討 福岡教育大学紀要 第55号 第4分冊 p1-13 (2006)

(2014年12月3日 受理)

音の科学



女まえ：_____

1 音の正体

みなさんは音の正体を知っていますか？

【質問1】

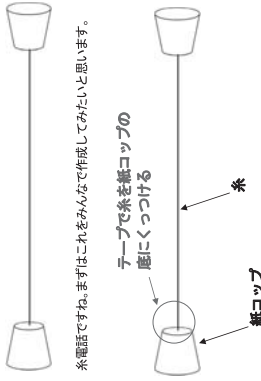
音とはいったいなんですか？

自分なりの答えを下に書いてみましょう

音 = _____ である。

音が伝わるものとしてみなさんは何が知っているものがありますか？

ここにこのようなものを持ってきました。



糸電話ですね。まずはこれをみなさんで作成してみたいと思います。

上の図を参考にして、1人1組つくってみましょう。

つくったら、同じ班の人とおはなしができるかためてみましょう。

-2-

糸電話はどうして音が聞こえるのでしょうか？

【疑問2】

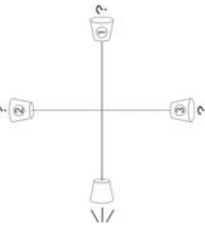
糸電話が音を伝える仕組みについて、気づいた点があれば下に書いてみましょう。

討論
みんなで見聞を出合ってみましょう。

-3-

【問題1】

2つの糸電話をつないでみるとどのようなようになりますか？



予想

- ア. 全部の紙コップ ①～③の紙コップ から聞こえる。
- イ. 右の紙コップ ① だけから聞こえる
- ウ. 上下の紙コップ ②と③ だけから聞こえる
- エ. 全部の紙コップ ①～③ から聞こえない
- オ. その他

予想ができたなら、グループの人たちとじっさいに実験してみましょう

結果

-4-

【問題2】

糸電話の糸の部分を変えてみたいと思います。糸の代わりに紙の針金を使うと、声は聞こえますか？



予想

- ア. 聞こえる
- イ. 聞こえない
- ウ. その他



予想ができたなら、グループで2人1組になってつくってみましょう。

できあがったら、じっさいに実験してみましょう。

結果

-5-

音と振動

糸電話も紙の針金電話も音が伝わります。これらの電話では何が音を伝えているのでしょうか。糸電話ではなしながら「糸」をさわってみましょう。すると音が伝わっているとき「糸」がふるふると振動していることがわかりますね。針金電話では「針金」がふるふると振動していることがわかります。

糸電話、針金電話の共通することとして、「糸」、針金の部分がふるふると振動すること「振動(しんどう)」によって音が伝わります。だから、糸や針金の部分を手でつまむと振動が伝わらなくなり音が聞こえなくなるのです。このように、音とは「振動(しんどう)」によって伝わっていくことがわかると思います。

実際にグループで糸電話、針金電話を使ってみたいしてみましょう。

ところで、私はみなさんにむけて話をしていますが、ここはみなさんと私は糸や針金でつながっていません。どうして私の声がみなさんに聞こえているのでしょうか。何が振動しているのでしょうか。

私とみなさんの間には何かあるのでしょうか。そう、空気がありますね。次のような実験で大きな音を出して、音の伝わる様子を実際に観察してみたいと思います。

-6-

【問題3】

たいこの横に順番にロウソクを立てて、そこに火をつけよう。



予想

- ア. 消える
- イ. 大きくなる
- ウ. 小さくなる
- エ. 何もかわらない
- オ. その他

予想ができたなら、実際にたいこから大きな音をだしてしてみましょう。

結果

-7-

音でろうそくが消える

大きな音を出すことによって、ろうそくの炎は消えました。また、そのようすをビデオにとり、コマ送りで見ると、近いほうのろうそくから炎が順順にゆれていることがわかります。これはたいいから出た「大きな音」が「振動(しんどう)」となって空気中を伝わっているのです。

このように、音とは空気を振動して伝わっていくものなのです。私とあなたの間には空気があります。その空気が「振動」して音を伝えているのです。

振動の様子を実際にご覧いただけます。本鼓の音を出すと、本鼓の腹の近くに手を近づけてみます。空気が振動して振動が伝わる様子が手で感じると思われます。



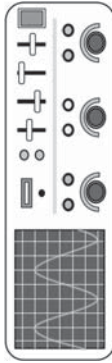
-6-

真空中では音が聞こえない

音は、空気中であれば1秒間に340メートル進むことが分かっています。時速になおすと約1224キロメートルです。新幹線が時速300キロメートルだからとても早いことがわかります。しかし音がどれくらい早くても、伝えてくれるもの＝「振動するもの」がないと、音は伝わりません。真空状態では空気もないので「伝えるもの」が何もないために音は聞こえなかつたのです。

振動させるものがあれば音は伝わります。空気の振動に音を伝える身近なものとしては「水」があります。水中を伝わる音の速さは1秒間に1500メートルの速さで音を伝えることが分かっています。ただし、水は空気よりも重く、抵抗が大きいので音が伝わりにくいです。

空気中をふるふるする音(振動)を見る機械があります。それは「オシロスコープ」といいます。これにより振動のようすを写し取り、下のようにならざるようす(振動)を見る機械があります。それは「オシロスコープ」といいます。これにより振動のようすを写し取り、下のようにならざるようす(振動)を見る機械があります。

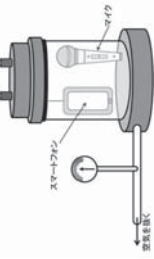


-10-

それでは伝わるものがないければ音は聞こえないということになります。真空状態では音は聞こえないのでしょうか。

空気を向もない状態を真空状態と呼びます。真空状態では音は聞こえないのでしょうか。

【問題4】下のようにならざるようす(振動)を見る機械があります。それは「オシロスコープ」といいます。これにより振動のようすを写し取り、下のようにならざるようす(振動)を見る機械があります。



予想
ア. 聞こえる
イ. 聞こえない
ウ. その他

結果

-9-

【2】音の高低 「音」＝「振動」ということを勉強しましたが、音といっても色々な音があります。たとえば、高い音と低い音の違いはなんなのでしょう。ここにジュースの入ったペットボトルを2個用意しました。お互いに口のところに歌を歌ってみましょう。

高さのちがう音が出来ますね。どうしてでしょうか。

実は、この2本のペットボトルに入っているジュースの量がちがうのです。どちらが多く入っているのでしょうか。中身を量んでそれをたがめる方法はあるでしょうか。次のような実験をして確かめてみましょう。

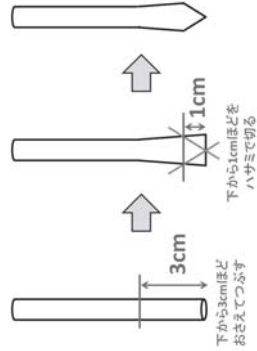
実は、この2本のペットボトルに入っているジュースの量がちがうのです。どちらが多く入っているのでしょうか。中身を量んでそれをたがめる方法はあるでしょうか。次のような実験をして確かめてみましょう。

-11-

ストロー笛

ストローを使って楽器を作ってみましょう。

ストローの先を指でかくく伸ばしてつぶします。そうすると先が少し四角くなります。その角を切つて三角形にします。これでストロー笛の出発上がりです。



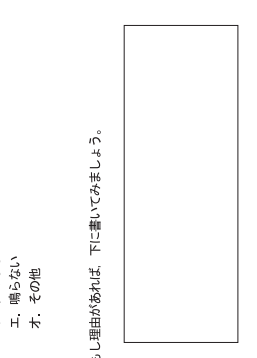
くちびるでストローをかくく伸ばしてつぶす感してくわえて吹きます。

-13-

音の高さが変わるストロー笛

ストローの中には空気があります。この空気によってストローから音が出るのですが、ストローの長さを変えると、「音」を伝える場所＝「空気が入っている場所」の長さが変わることによって音の高さが変わります。ストローが短くなるほど音は高くなります。

ストローを短く切らずに音の高さを調えることはできないでしょうか。そのためには「音を伝える場所の長さ」を変えてやればよいのです。



ストローのところに「穴」を開けてみましょう。そうすると「音」を伝える場所の長さは「その穴までの長さ」に変わります。音の高さは変わります。学校で使うリコーダーなどの笛はこれを利用して音の高さを調えているのです。

色々と工夫して音を出してみましょう。

-15-

音でろうそくが消える

大きな音を出すことにより、ろうそくの炎は消えました。また、そのようすをビデオにとり、コマ送りで見ると、近いほうのろうそくから炎が順順にゆれていることがわかります。これはたいいから出た「大きな音」が「振動(しんどう)」となって空気中を伝わっているのです。

このように、音とは空気を振動して伝わっていくものなのです。私とあなたの間には空気があります。その空気が「振動」して音を伝えているのです。

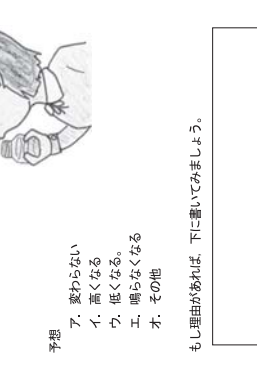
振動の様子を実際にご覧いただけます。本鼓の音を出すと、本鼓の腹の近くに手を近づけてみます。空気が振動して振動が伝わる様子が手で感じると思われます。



-6-

音でろうそくが消える

大きな音を出すことにより、ろうそくの炎は消えました。また、そのようすをビデオにとり、コマ送りで見ると、近いほうのろうそくから炎が順順にゆれていることがわかります。これはたいいから出た「大きな音」が「振動(しんどう)」となって空気中を伝わっているのです。



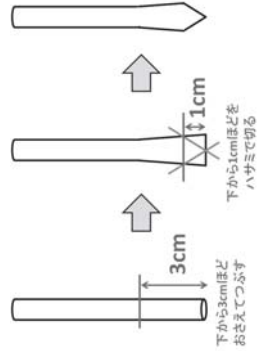
くちびるでストローをかくく伸ばしてつぶす感してくわえて吹きます。

-12-

音の高さが変わるストロー笛

ストローの中には空気があります。この空気によってストローから音が出るのですが、ストローの長さを変えると、「音」を伝える場所＝「空気が入っている場所」の長さが変わることによって音の高さが変わります。ストローが短くなるほど音は高くなります。

ストローを短く切らずに音の高さを調えることはできないでしょうか。そのためには「音を伝える場所の長さ」を変えてやればよいのです。



ストローのところに「穴」を開けてみましょう。そうすると「音」を伝える場所の長さは「その穴までの長さ」に変わります。音の高さは変わります。学校で使うリコーダーなどの笛はこれを利用して音の高さを調えているのです。

色々と工夫して音を出してみましょう。

-15-

水を入れると音が低くなる

理科実験教室 授業アンケート 2014.10.19

ストロー瓶のとまとは違う結果になりました。
これは、何を振動させているからでしょうか?

題： 音の科学

● 今回の授業はおもしろかったですか??わかりましたか?

5 . 4 . 3 . 2 . 1

おもしろい つまらない

5 . 4 . 3 . 2 . 1

よくわかった わからん

● 仮にか感想などがあればどうぞ!!

小学 年 氏名：
(はかったら名前をかいてください。名無しOKです)

【問題7】
では、このコップにさらに水を入れてならししてみると、音はどうなるでしょう。

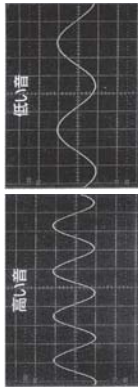


- 予想
- ア. 変わらない
 - イ. 高くなる
 - ウ. 低くなる
 - エ. 変わらない
 - オ. その他

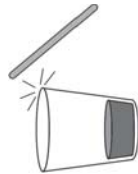
もし理由があれば、下に書いてみましょう。

結果

実際にオシロスコープで高い音、低い音を目に見える形のグラフにすると下の図のように見えます。これから、中学校、高校において理科を勉強していく中でこれらについても詳しく勉強していきます。



次は水が少し入ったコップを準備します。
このコップ鳴らしてみましょう。音がなりますね。



-15-

-17-

-18-

2014/10/19

志學館中等部 日能研理科実験教室

【質問1】

音=		である
----	--	-----

【質問2】

--

【問題1】の予想： _____

答え： _____

【問題2】の予想： _____

答え： _____

【問題3】の予想： _____

答え： _____

【問題4】の予想： _____

答え： _____

【問題5】の予想： _____

答え： _____

--

【問題6】の予想： _____

答え： _____

--

【問題7】の予想： _____

答え： _____

--