

「中学校における理科と音楽を融合 した新しいカリキュラム開発の研究」 研究報告集

平成 19-20 年度 科学研究費補助金
基盤研究 C(一般)

2009年3月

研究組織

研究代表者

沖花彰 京都教育大学教育学部

研究分担者

大澤弘之 京都教育大学教育学部

川口容子 京都教育大学教育学部

笹野恵理子 立命館大学産業社会学部

目次

§ 1. 科学研究費申請における本研究の目的と計画概要について・・・・・・・・・・	頁
(1) 平成 19 年度科学研究費申請書（新規）	
(2) 平成 20 年度科学研究費申請書（継続）	
§ 2. 音楽を理科する教材の開発	
(1) 和音はどうしてきれいに聞こえるの	
(2) ティンパニーはなぜ真ん中をたたかないの	
(3) 倍音の学習	
(4) 小学校の時にならった鍵盤ハーモニカはどうして鳴るの？	
(5) ストロー風船をつくって鳴らそう	
(6) 木琴と共鳴パイプ	
§ 3. 各種実践報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	頁
(1) 大学での授業実践	
1) 小学校教員免許取得希望者必修科目「小学校教科内容論（理科）」での実践のまとめ	
2) 授業後アンケート	
3) 受講者の感想	
(2) 中学校での授業実践	
1) 身近な楽器のしくみを知ろう 京都教育大学附属桃山中学校選択授業 MET	
2) 身近な楽器のしくみを知ろう 京都教育大学附属京都中学校選択授業サイエンス	
3) 音楽を理科しよう 京都教育大学附属桃山中学校 1 年理科普通授業	
4) 授業後の生徒アンケート	
5) 授業後の感想	
(3) 教材 HP	
§ 4. 学会等発表報告集・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	頁
(1) 日本理科教育学会近畿支部大会口頭発表 中学校における理科と音楽を融合した新しいカリキュラムの開発	
(2) 日本理科教育学会全国大会口頭発表 理科と音楽を融合した新しいカリキュラムの開発 2	
(3) 日本物理教育学会近畿支部物理教育研究集会口頭発表 理科と音楽を融合した新しいカリキュラムの開発	
(4) 日本理科教育学会近畿支部大会口頭発表 高速撮影を使った理科教材	
(5) フォーラム理科教育発表 中学校理科「音」学習の教材開発一音を見る一	
(6) フォーラム理科教育発表 高速撮影を使った理科教材	
§ 5. 資料集・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	頁
(1) 作成したプログラム	
(2) 小学校教科内容論（理科）配布テキスト	
(3) 「身近な楽器のしくみを知ろう」生徒用プリント	
§ 6. 終わりに・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	頁

§ 1. 科学研究費申請における本研究の目的と計画概要について

(1) 平成 19 年度科学研究費申請書 (新規)

研究目的

【研究の背景：理科は役に立たない教科であると思われる。】

最近の小中学生を対象にした全国調査¹⁾によると、生徒にとって理科は主要教科の中で「もっとも好きな教科」である一方で、「自分のふだんの生活や社会に出てもっとも役に立たない教科」であると思われる。学校での学習が身の回りのことがらや身近なことがらから離れているためこのような印象になっていると思われる。「理科離れ」の原因の一つもここにあると考えられる。我々は生徒にとって理科が身近で役に立つ教科と感じられるよう身の回りのことがらや身近なことがらと結びつけた理科学習カリキュラムを研究してきた。特に理科が日常的なことがらの中でも、有用な教科であることを実感させるため、他教科(特に主要教科以外)の学習と結びつけた学習カリキュラムの開発に取り組んできた。これまでに体育と理科を結びつけ、中学校理科第1分野「力と運動」の分野の学習を自分の短距離走をビデオ分析することから学習する授業を開発し、実践している²⁾。この学習を行った生徒の反応はきわめてよく、理科を親しみのある教科として捉えさせることに効果があった。

【特色：理科と音楽を有機的に結合した授業カリキュラムを開発する。】

本研究では音楽を通して、音や振動に関する中学校向けの理科学習教材や授業カリキュラムを開発する。音の分野は身の回りの現象の一つとして中学校で真っ先に学習するが生徒の理解は必ずしも十分ではない。上記調査によれば音学習の中で音の大小と振幅の関係の理解に比べて音の高低と振動数の関係の理解が弱い。音の高低は音楽の基本であるがそれが理科の振動数という概念と結びついていない。

音の大小によって波形がどう変化するか理解している 通過率 (H13) 61.5% (H15) 65.7% 設定通過率 65%

音の高低によって波形がどう変化するか理解している 通過率 (H13) 45.7% (H15) 52.4% 設定通過率 60%

これまで楽器や身の回りの音を取り入れた理科教材は数多く見受けられるが学校での音楽学習に密接に関連つけた理科教材や学習カリキュラムはあまり多くない。これまでの音教材の多くは理科の教師が、音が鳴ると言う観点だけで開発されたものである。

その一方で中学校で学ぶ音楽学習には理科的な要素が多く含まれている。音楽の基本である音階は振動数で考えれば規則正しい法則になること、民族楽器も含めたさまざまな楽器が鳴る理屈、さまざまな音色と倍振動の関係など音楽学習には理科的に考えれば「なるほどと納得する」要素が数多く含まれるのに音楽の授業では楽器を演奏するときの「操作法」として教え、理科授業ではそういうものに触れない。どうして振動数が音の高さを決めるという理科の学習に「1オクターブ高くなることは振動数が倍になること」を教えないのだろうか？理科学習が「理科」の枠組みの中でしか展開されないことにあると我々は考える。

我々が中学生に対して行った概念地図作成調査でも音という概念と最も強く結びつけた既存概念は楽器や音楽であった。本研究では理科教員が音楽教員と協力して、小中学校で学ぶ音楽学習と有機的に関係付けられた理科教材や理科授業カリキュラムを開発し実践する。音楽のもつ音階や音色の「法則」、音楽学習で生徒が必ず習う鍵盤ハーモニカやリコーダの音が鳴るしくみ(鍵盤ハーモニカについては中学生はもちろん、理科教師をめざす大学生のほぼ100%が音の出るしくみを知らなかった)、音楽教科書に登場する管弦打楽器はもちろん、民族楽器や和楽器のしくみ、などを科学的に理解する音楽もしくは理科学習カリキュラムの開発とその実践がこの研究のねらいである。

音楽の要素を取り入れるとき音階のでき方と振動数に関してはすぐにでも導入できる内容である。それに対し、楽器の鳴る理由を学ぶ際に共鳴・定常波の考え方は不可欠であるが中学校理科の学習指導要領には含まれない。その一方で中学校の理科の学習には音の高低と管や弦の長さの関係が出てくる。また平成14年度に行われた物理I Bの履修を終えた高校生に対する実態調査³⁾では気柱の共鳴に関する問題では気柱の長さや振動数の関係は理解するのに開管、閉管の違いがわかっていない。

気柱の長さや基本振動数の関係を理解している 通過率 81.7% 設定通過率 70%

開管と閉管による違いを理解し、音の高さと関連付けることができる 通過率 41.0% 設定通過率 60%

このような実情を踏まえ、理科の音学習に積極的に振動数や固有振動の概念を持ち込んだ学習を検討する。(たとえば進行波の概念が必要な波長を用いず固有振動としてふしとほらを用いる。)そうすることで音楽の持つ科学性を実感させることができるし、理科学習が身近な役に立つ学習として生徒たちに受け入れられると考える。

【期待される成果と意義】

理科と音楽を総合的に学ぶことは理科を役に立つ教科として実感し興味関心や理解の向上に有効であると同時に音楽学習の中にも科学的に考える視点を持たせることができる。

【引用文献】

- 1)平成 13 年度、15 年度国立教育政策研究所小中学校教育課程実施状況調査
- 2)中学校における理科と体育を融合した新しいカリキュラム開発の研究,沖花彰他 6 名,平成 15~16 年度科学研究費補助金研究成果報告,pp.1-72 (2005)
理科と体育を融合した新しいカリキュラム,沖花彰,近畿の物理教育 12,pp.6-11(2006)
- 3)平成 14 年度国立教育政策研究所高等学校教育課程実施状況調査

研究計画・方法

【平成 19 年度】

1) 音楽学習で扱う様々な要素と理科学習の関連付けを行い**音楽のしくみ**を理解する授業を開発する。これまでの準備研究で以下のような学習が可能であると考えている。

例：音階と振動数

音階のしくみは振動数の概念が理解できれば非常に科学的である。1 オクターブ、全音と半音といった音楽の基本知識を振動数という理科の概念を使って学習させる。

調べ学習：ギター各フレットから駒までの長さが振動数の比で決まる。

従来からモノコードのような理科教材は多いが、楽器を使った学習を行う。学習通りに振動数比と長さが一致する楽器、一致しない楽器を両方提示し、一致しない理由も考えさせる。

長さが振動数比と一致するもの：ギター、篠笛など

長さが振動数比と一致しないもの：リコーダ、ピアノの弦、マリンバの板など

→一致させようとするリコーダの穴は下の方に偏ってしまい演奏しにくいよ。

→ピアノの弦やマリンバの板の長さを一致させようとする非常に大きな楽器になってしまうよ。

例：和音と振動数比

ドミソ、ファラド、ソシレといった和音が協和する秘密が簡単な振動数の整数比になっていることに気づかせる。波形を合成したものが3つとも非常に似ていることをパソコン学習する。

例：弦の張力と音の高低

和楽器の箏(そう)の演奏法「押し手」によってその音を少し上げていることを張力と音の高低の学習に取り入れる。

例：管楽器・民族楽器と気柱の共鳴

固有振動の基礎として「はら」と「ふし」の概念を導入する。竹筒を使った民族楽器トガトンは「はら」と「ふし」の学習に最適である。

例：倍音と音色

「はら」と「ふし」の概念から基本振動と倍振動の学習へと進む。理科でも使われるメロディパイプは倍音(倍振動)の学習に適している。音がいろんな倍音のあつまりであることを理解させる。たとえばピアノの鍵盤をたたいて1オクターブ上の音が共鳴することを実演する。

例：自分の声はどうやって出るかを知る学習。

例えば 発声と喉(声道)のしくみ、変声期はどこがどう変わって声が変わる?理科第2分野では聴覚、視覚とからだのしくみを関連つける学習内容はあるが、発声とからだのしくみを関連つけた内容はない。中学生は変声期という生徒にとって大きな生理的変化が起きる時期であるので発声のしくみの理解は子供たちの興味を引き起こす。中学生レベルでの学習内容として検討し取り入れたい。

2) 音楽演奏室にある楽器を演奏しながら、鳴っている(振動している)様子を観察させる学習を行う。理科学習では必ず音の発生で振動する様子を調べさせる学習を行うが、振動している事実の確認にとどまっている。また使用する教材(楽器)もモノコードやせいぜいギターにとどまっており、生徒が音楽学習で使用する様々な楽器を理科の音の発生の学習として使用することは少ない。音楽教師と連携して理科と音楽を連携して学ぶ学習を行う。よく振動するところ(はら)、あまり振動しないところ(ふし)があることに気づく学習として深める。楽器に応じて振動の様子が観察しやすい道具を工夫する。必要に応じて高速度カメラ(現有機器)で撮影したものを見せる。生徒が使う鍵盤ハーモニカは分解して各リードをスト

ローで吹いて鳴るしくみを調べる学習を取り入れる。

3) 楽器の音ができるしくみがわかるビデオ教材を作成する。

楽器の振動数は大きすぎて細かく「観察」できない。そこでピアノの弦をたたく様子、パイプオルガン、ティンパニーをたたいたときの振動などふだん目にすることができないものを高速度カメラで撮影しビデオ教材を作成する。これはHPなどに掲載し適時授業時に利用し、また一般の学校現場にも提供する。

4) 音階と波形を関係付けるパソコン教材の開発

音階を入力すると波形と音が出る教材。複数の波形を合成してできる音はどんなものか?和音の学習に使用する。生徒が自由に基本振動と倍振動を合成してできる音を出す。「音色の違い」の理由がわかるようにしたい。

5) 民族楽器をつかって遊ぶ教材を開発する。

民族楽器には単純につくれるものも多いし、長さや振動数比の学習や、定常波の形の学習に適したものも多い。(フィリピン民族竹筒楽器 トガトンをつくらう)

【平成20年度】

1) 19年度に開発したさまざまな教材を用いて京都教育大学附属京都中学校で授業実践を行う。

たとえば以下のような流れの模擬授業を考えている

1時間目 音が鳴る様子を調べよう

固有振動の理解を目標にする・いろいろな楽器でできるふしとはらの様子を知る。(進行波、後退波といった定常波のできる理由は出さない)

いろいろな楽器の音が出る様子をビデオで観察する。

音楽室に行って楽器を鳴らして触ってみる。どこが強くどこが弱く振動するか、ふしとはらを見つける。

定常波のふしとふしの長さが音の高低を決めることを理解させる。(波長の概念は出さない。)

たとえば竹筒楽器を作って底が開端の場合閉端の場合音の高低の違いなどを調べる

2～3時間目 ドレミはどういう規則で決めているの?

音階と振動数 → パソコンオシロで音階を振動数として観察

オシロスコープに表れる波形の意味、振動数を理解させる。

いろいろな楽器の音階と弦の長さとの関係を調べる

ギター、篠笛・・・関係が明瞭である楽器を調べる

リコーダの穴、ピアノ線の長さ、マリンバの板・・・明瞭でない楽器も調べてその理由を考える。

4時間目 音を合成しよう

音の合成をパソコン教材で調べる 和音のしくみ ものによって音色が違うわけ・・・

2) 京都教育大学において小学校教師・中学校音楽教師をめざす学生向けの授業の中で音楽学習に含まれる理科を教授する。身近な理科を実感させる。音楽教師に音楽を科学する学習を身につけさせる。

小学校教師の約6割が理科が苦手であると言われている。このような音楽を取り入れた理科学習を学ぶことで理科嫌いな教師に楽しい理科を実感させることができ、理科学習に対する先入観、偏見を是正することができる。また中学校音楽教師にとっても音楽に含まれる不思議を理解させることができ、幅広い音楽授業を行うことができる。

(2) 平成20年度科学研究費申請書(継続)

研究の目的

音楽を通して、音や振動に関する中学校向けの理科学習教材や授業カリキュラムを開発する。これまで楽器や身の回りの音を取り入れた理科教材は数多く見受けられるが学校での音楽学習に密接に関連付けた理科教材や学習カリキュラムはあまり多くない。本研究では理科教員が音楽教員と協力して、小中学校で学ぶ音楽学習と有機的に関係付けられた理科教材や理科授業カリキュラムを開発する。音楽の持つ音階や音色の「法則」、音楽学習で生徒が必ず習う鍵盤ハーモニカやリコーダの鳴るしくみ、音楽教科書に登場する管弦打楽器はもちろん、民族楽器や和楽器のしくみ、などを科学的に理解する音楽もしくは理科学習カリキュラムの開発とその実践がこの研究の目的である。

本年度（～平成21年3月31日）の研究実施計画

1) 19年度に開発したさまざまな教材を用いて京都教育大学附属京都中学校で授業実践を行う。

たとえば以下のような流れの模擬授業を考えている

1時間目 音が鳴る様子を調べよう（リード楽器）

鍵盤ハーモニカを分解し、リードの振動する様子を調べる。応用としてハーモニカも分解して調べる。

中学校理科の教科書にも出てくるストロー笛を作ってリードが揺れる様子を観察する。応用としてストローリコーダ、ストロートロンボーンなども作って楽しむ。実際の楽器オーボエと比較する。

2時間目 ふしとはら

木琴の共鳴管としていろいろな長さの塩ビパイプを用い、どの音にどの長さのパイプが響くかを実験する。筒の中にできるふしとはらの様子を知る。

定常波のふしとふしの長さが音の高低を決めることを理解させる。

3時間目 ドレミはどういう規則で決めているの？

パソコンオシロを使って音階を振動数として観察

オシロスコープに表れる波形の意味、振動数を理解させる。

2) 京都教育大学において小学校教師・中学校音楽教師をめざす学生向けの授業の中で音楽学習に含まれる理科を教授する。身近な理科を実感させる。音楽教師に音楽を科学する学習を身につけさせる。

具体的には小学校教員免許必修科目である小学校教科内容論（理科）で上記鍵盤ハーモニカ学習、ストロー笛学習などを行い学生の評価について集計、分析する。

3) 授業実践を分析し授業テキストを作成する。

§ 2. 音楽を理科する教材の開発

音楽の中に含まれる理科を探しながら学習教材としての可能性を探った。

(1) 和音はどうしてきれいに聞こえるの

○音の高低と振動数の学習の発展

振動数の概念が定着していないことを考え、音階と結びつけた学習を考えると効果的である。

○音階と振動

ドレミはどういう風に作られた？

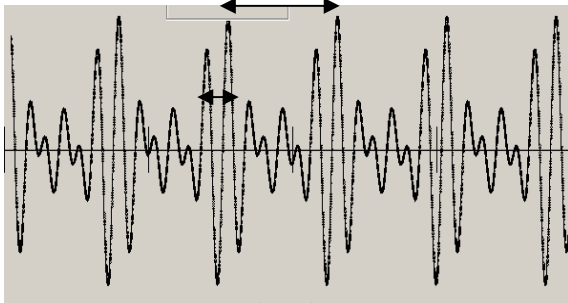
1オクターブが振動数で倍になること、全音と半音が振動数で倍の開きがあること→12音平均律
完全5度といった振動数比を元にして作る → 自然純正律

A (ラ) が440Hz

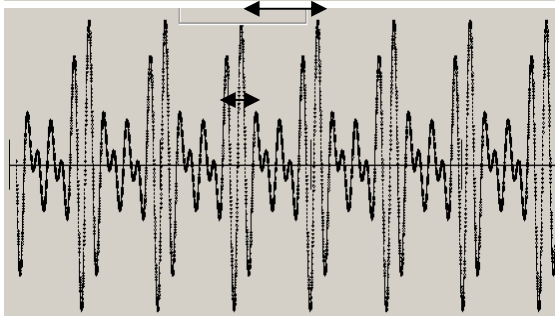
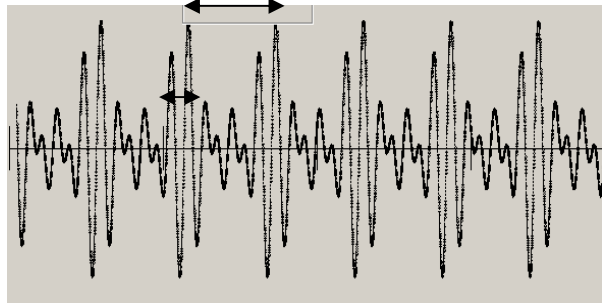
○和音を見る

きれいな音とそうでない音は波形に違いがあるのだろうか？正弦波を合成して表示するプログラムをVisualBasicで作成し(資料1)、いろいろな和音の波形を観察学習させる。ハ長調の長3和音は波形が同じで周期が違う。振動数の比が同じ4:5:6、つまりいずれも音色(波形)が同じで少しずつ高さが違う。

ドミソ 周期約75m秒
主なひとかたまりの長さ約25m秒



ファラド 周期約60m秒
主なひとかたまりの長さ約20m秒



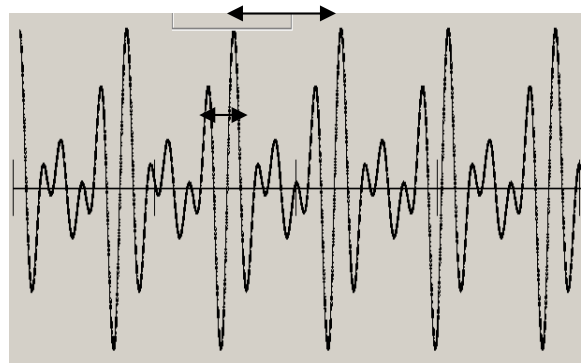
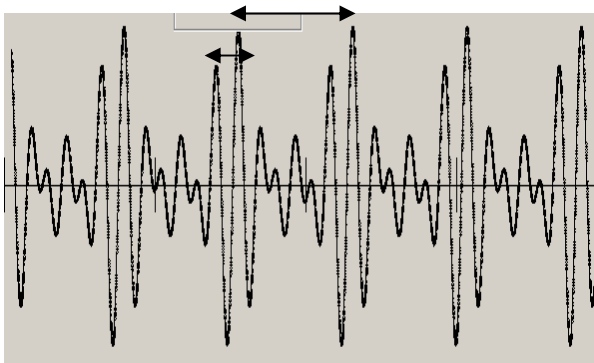
ソシレ 周期約50m秒
主なひとかたまりの長さ約20m秒

○ドミソとソドミは同じ？違う？

波形も周期も似ている 同じような音色で同じような高さで聞こえる。

ドミソ 4:5:6 周期約75m秒 主なひとかたまりの長さ約25m秒

ソドミ 3:4:5 周期約80m秒 主なひとかたまりの長さ約30m秒



○その他の和音

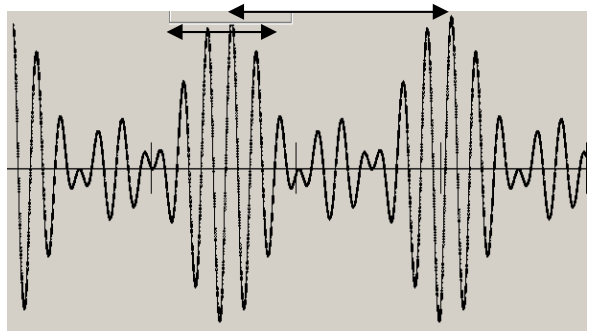
ドレミ 8:9:10

周期約 150m秒

主なひとかたまりの長さ約 70m秒

波形は比較的きれい 周期はやや長い

ある程度調和してやや低く聞こえる？



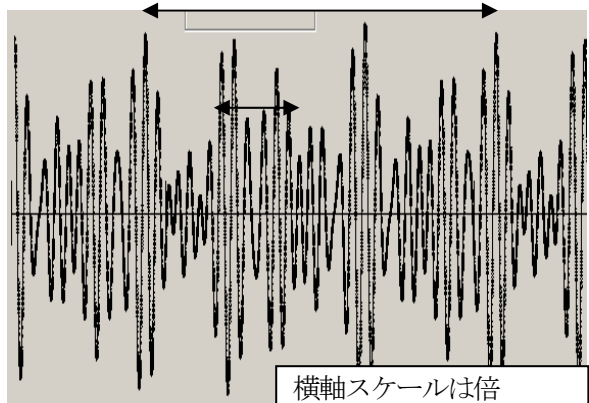
ドレファ 24:27:32

周期約 470m秒

主なひとかたまりの長さ約 100m秒

周期が長すぎる

ひとつのまとまった音に聞こえない

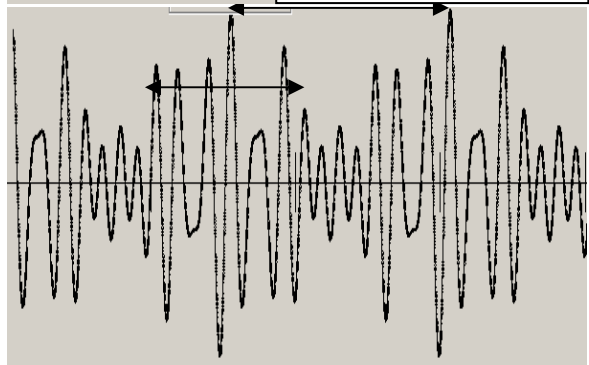


ドレソ 8:9:12

周期約 150m秒

主なひとかたまりの長さ約 100m秒

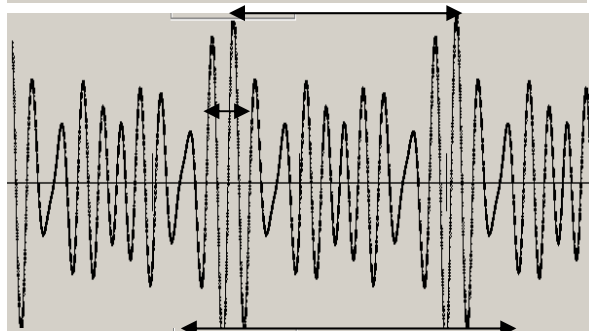
波形にまとまりがない



レミソ 9:10:12

周期約 150m秒

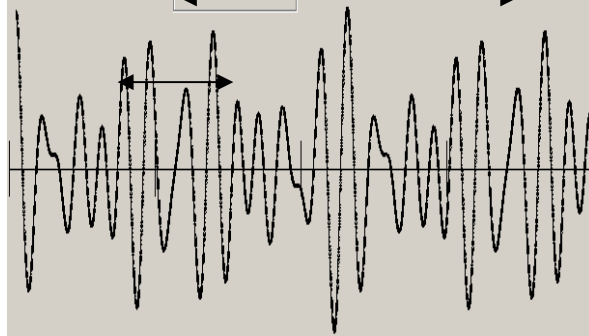
主なひとかたまりの長さ約 25m秒



ラドミ 10:12:15

周期約 240m秒

主なひとかたまりの長さ約 80m秒



(2) ティンパニーはなぜ真ん中をたたかないの？

○基音と倍音、響きのある音

音楽の教科書では大太鼓は真ん中をたたくのにティンパニーは真ん中から $2/3$ のところをたたくと書いてある。理由は円形状の振動体での定常波¹⁾と空気の非圧縮性にあるが、実際に皮の上にビーズなどを乗せて振動の様子を見せることでたたく位置と振動の様子の違いを学習することができる。

引用文献

- 1) 新物理学シリーズ3「振動論」
戸田盛和著、培風館 P.171

定常波の学習は中学校では行われないがものが振動するときよく揺れる「はら」と揺れない「ふし」があることは学習する。

固定された点でふしになることを理解したら、ふしとはらによる振動パターンを考え、倍振動も起こりうること、実際には基本振動以外に倍振動が起きていること、それが響きのある音を作っていることを示す学習が可能である。

ティンパニーの場合は真ん中をたたくと真ん中のみが大きく振動するが端をたたくと全体が振動する。太鼓の場合は真ん中をたたいても全体が振動する。



真ん中から $2/3$ のところをたたいた直後の様子



真ん中をたたいた直後の様子



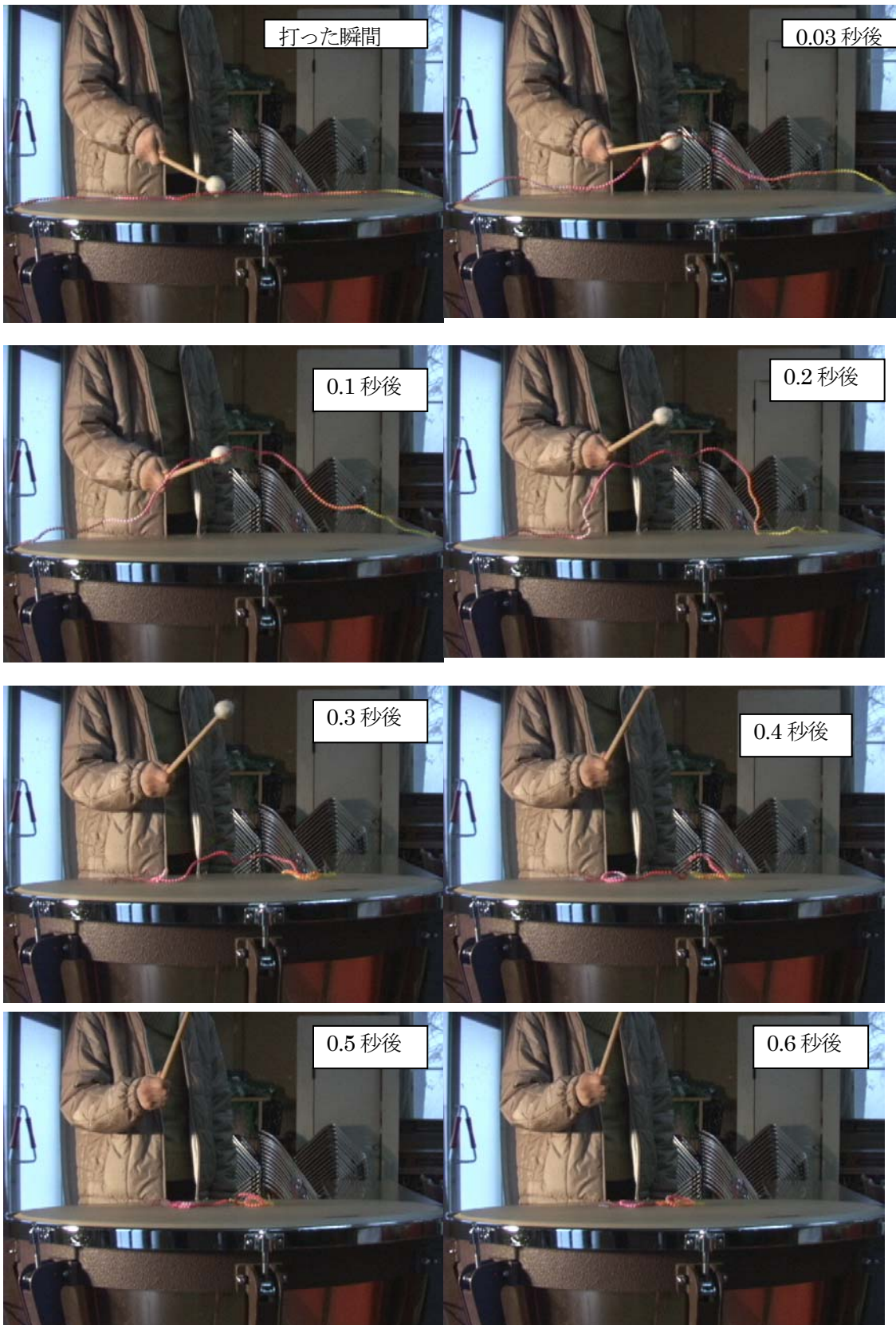
太鼓の真ん中をたたいた直後の様子

○ティンパニーの振動をこまかく見る

次に、ティンパニーをたたく場所とそれによって起きる表面の振動の様子を知るため、各部をたたいたとき、表面においたビーズが振動する様子を撮影し観察した。真ん中、真ん中から $1/4$ 、 $1/2$ 、 $3/4$ 、 $2/3$ の各部をたたいたときの様子を以下に示す。ビーズの振動が収まるまでの時間も示した。

ティンパニー（サイズ 29 インチ）をたたく。ビーズ直径 5mm のものをナイロンテグス 5 号に通して使用。ビデオカメラシャッタースピード $1/1000$ 秒、フォーカス自動。撮影後フリーソフト AVIUTL99 でコマ送り再生。場所 音楽演奏室 演奏者 高木亜里子氏。

1) ティンパニーの真ん中をたたく。振動持続時間は約 0.6 秒。



2) ティンパニーの真ん中から 1/4。振動持続時間は約 1.3 秒。



3) ティンパニーの真ん中から 1/2。振動持続時間は約 1.1 秒。



4) ティンパニーの真ん中から 3/4。振動持続時間は約 1.5秒。



5) ティンパニーの真ん中から 2/3。振動持続時間は約 1.4 秒。



(3) 倍音の学習

ピアノで低いドと1オクターブ高いドを同時にたたくとさらに高いソの弦が共鳴して高いソが聞こえる。(高いソの鍵盤は押さえておき弦が固定されないようにしておく。)

振動数の関係は以下の通り。

低いド

基音	倍音	3倍音	4倍音	5倍音	6倍音
132	264	396	528	660	792
ド					
基音		倍音		3倍音	
264		528		792	

上記のように一つの音がなっても必ずその倍音が鳴っていることを耳で確かめることができる。



(4) 小学校の時にあった鍵盤ハーモニカはどうして鳴るの？

リード楽器もふしとはらの長さで音階を作る。鍵盤ハーモニカは小学校のとき必ず学習する楽器であるがその原理はほとんどの生徒が知らない。筒を吹くので管楽器のイメージをもつものが多い。使わなくなった鍵盤ハーモニカを持ってこさせて中を分解してその原理を探ると非常に興味を持つ。

学習の流れ

①鍵盤ハーモニカはどうして鳴るのでしょうか？



③内ふたもはずします



②裏返して4ヶ所のネジを回してふたをはずします



④中はこのように金属板からなっています



⑤ピンセットではじいてドレミファソラシドを鳴らします



⑥ストローで吹いてみますが鳴りません



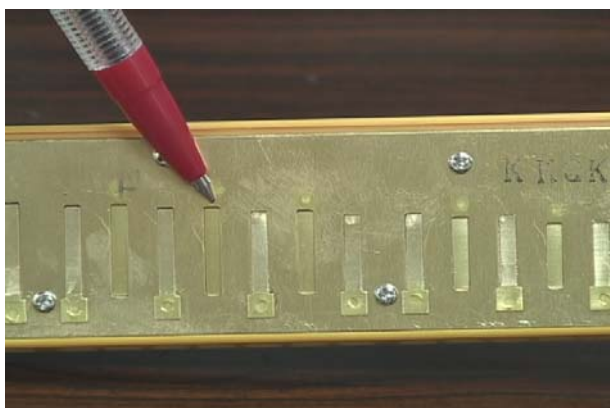
⑦鍵盤を押すとリードの奥の通気口が開きます



⑧鍵盤を押しながらストローで吹くとリードがふるえて音が鳴ります



⑨ハーモニカはリードが互い違いについていて吹いたり吸ったりして演奏する



(5) ストロー風船をつかって鳴らそう

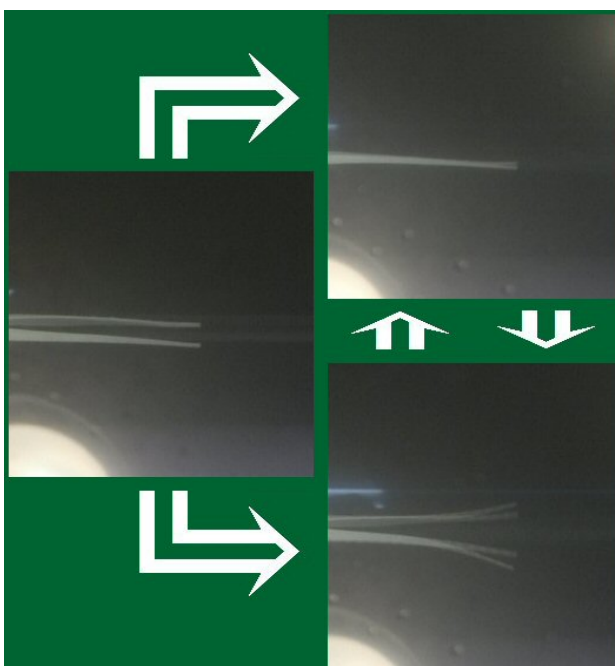
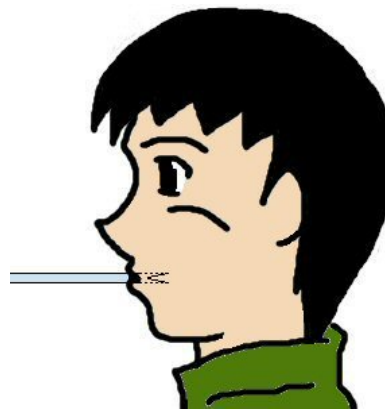
学校でよく学習するストロー笛に風船をつけて鳴らすとストローの先が揺れる様子をよく観察できる。

学習の流れ

- ①ストロー笛（それまでに作っておく）を透明風船に差し込んで風船の口をしっかりと綴じます



- ②ストローの先を押さえながら風船の空気を抜くと音が鳴ります。風船が口の役割をしています。



- ③ストローの先が揺れているのを見ることができます

(6) 木琴と共鳴パイプ

木琴の下にある共鳴パイプ（閉管）を調べることで気柱の共鳴と管の長さの関係を実感することができる。また塩ビパイプ（開管）を使うことで共鳴における開端と閉端の違いを学習することもできる。

学習の流れ

①木琴の下の共鳴パイプを取り外します。



②はずした共鳴パイプの長さを測ります



③いろんな長さの塩ビパイプを用意します



④木琴の下において木琴をたたきながら響く音板を探します。



⑤木琴をたたいてパイプがないときとあるときを聞き比べます



§ 3. 各種実践報告

(1) 大学での授業実践

1) 小学校教員免許取得希望者必修科目「小学校教科内容論（理科）」での実践のまとめ

1)実施日時

平成 19-20 年度後期月曜 1 または 2 限 (8:45-10:15, 10:30-12:00)

2)対象者

京都教育大学教員養成課程小学校教員免許取得希望者

H19 年度 224 名 H20 年度 216 名

3)授業の進め方 (配布プリントのまま)

1 回の授業には 3 つのサブテーマがあります。サブテーマごとに予想を書いてチェックを受けてから実験を始めます。1 つのサブテーマを終えると次のサブテーマに進みます。1 つ 1 つのサブテーマは **POE 法** にしたがって各自 (各班) で授業を進めます。めやすの時間を書いていますからあまり時間がかかる場合はまとめが十分できていなくても次に進んでください。

予想してみよう (Prediction 予想) :

各自実験を始める前にどうなるかを予想してその理由も含めて自分の考えを空欄に記入します。書き終わったら **TA にチェック** をもらいます。

やってみよう (Observatin 観察・実験) :

簡単な実験のすすめかたを書いていますからそれを参考に実験します。準備するものは各班のかごに入れてあるものと前の台にまとめておいてあるものがあります。前の台にあったものは実験終了後前の台に戻すこと。

まとめておこう (Explanation 説明) :

実験したことやその結果をまとめます。自分の予想とどう違ったか、結果を説明します。簡単なまとめは授業中に書いておきます。終わったら次のサブテーマに進みます。(時間が来たらまとめができていなくてもよいので次へ進む。)

感想 :

授業、実験の際、なんでもいいので思ったこと、気づいたことを書きます。

受講生に資料 2 のようなプリントを配布し、90 分で 3 テーマについて各自または 2 人共同で行った。毎回 10~12 人のクラスで行った。授業は **POE 法** (予測-観察-説明法) ¹⁾ に従い、各テーマごとに実験をする前に予測させ、その後実験をし、最後にまとめをさせた。TA を 1 名配置したが「Prediction」のチェックが主でできるだけ実験は受講生主体で行わせた。

引用文献 1) 子どもの学びを探る、ホワイト&ガンストン訳中山迅他、東洋館出版社 (1995) 66 頁

4)授業内容

実験 1. 鍵盤ハーモニカはどうして鳴るの? (各自実験)

○ねらい: 小学校で必ず学習する音楽教材なのにほとんどの生徒は鳴る原理を知らない。

身近さと意外さ (新鮮さ) を持つ。

原理が比較的容易で分解していくことでしくみがわかる。

リードの揺れをそのまま観察できる。

ハーモニカとの比較からハーモニカ特有の奏法の秘密がわかる。

教材を持参させることで (中学校ではあまり使わない) 全員が学習できる。

○授業の流れ

① 鍵盤ハーモニカの鳴る原理を予想する。

② 鍵盤ハーモニカを分解する。

③ ピンセットでリードをはじいてドレミファソラシドを鳴らす。

- 鳴るもの（振動するもの）を発見する。
- ④ ストローで吹いてリードを鳴らす。
→空気の流れがリードを振動させること、鍵盤を押す意味に気づく。
 - ⑤ パイプを吹いてリードが鳴るしくみを考える。
→パイプからの空気の流れがリードを振動させることに気づかせる。
 - ⑥ リードの長さと言の高低の関係を確認する。
→長さが変わっていない部分があることに気づかせ、楽器の工夫を知る。
 - ⑦ ハーモニカの演奏法の特徴に気づかせた後、鍵盤ハーモニカとの違いを予想させる。
 - ⑧ ハーモニカを分解する。
→リードが互い違いについていることとハーモニカの演奏法とが対応していることに気づかせる。

実験2. ストロー風船を見よう（各自実験）

- ねらい：鍵盤ハーモニカに続けて学習させることでリードの振動がわかる（ダブルリードの楽器）。ストローに風船をつけてブーブー笛を作る。
→ストロー笛のリードが振動する様子を透明風船を口と見立てて観察する。
ストローを吸ってリードを振動させるのは中学生には難しい。風船を使う方が容易。

○授業の流れ

- ① ストロー笛を作る。どちらから吹いたら鳴るか予想する。
- ② 口にくわえて鳴らす。
- ③ ストローを切った部分をマジックで塗り、透明風船にストロー笛をつけてセロテープで止める。
- ④ 風船のついたストローを吹いて風船に空気を入れる。風船の口を押さえながら空気を抜くとストロー笛が鳴る。風船の中でリードが揺れている様子を観察する。
- ⑤ もう一度空気を入れて、鳴らしながらストローをはさみで切って短くしていく。

実験3. 筒を鳴らそう

- ねらい：直接空気を振動させて音を出すものを調べる（音源が空気）。長さの違いがどうして音の高低につながるかを定常波の概念を直接出さずに学習させる。→ はら（よくゆれるところ）、ふし（ゆれないところ）の学習にとどめる。

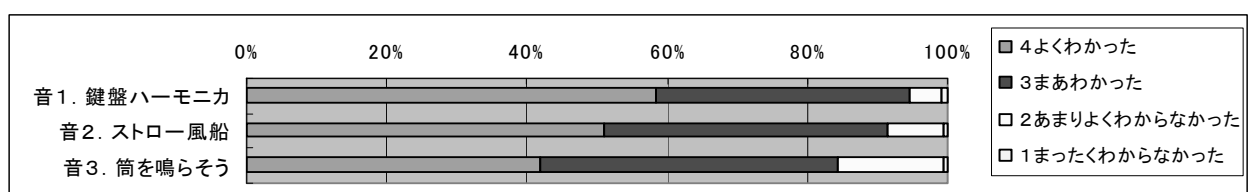
○授業の流れ

- ① 太い塩ビパイプをたたいて鳴らす
→底を開いたとき、閉じたときで音の高低を比較する。
→長い筒、短い筒で音の高低を比較する。
- ② 細い塩ビパイプは吹いて鳴らす
→底を開いたとき、閉じたときで音の高低を比較する。
→長い筒、短い筒で音の高低を比較する。
- ③ メロディーパイプを回して倍音が何種類でるか楽しむ

2) 授業後アンケート

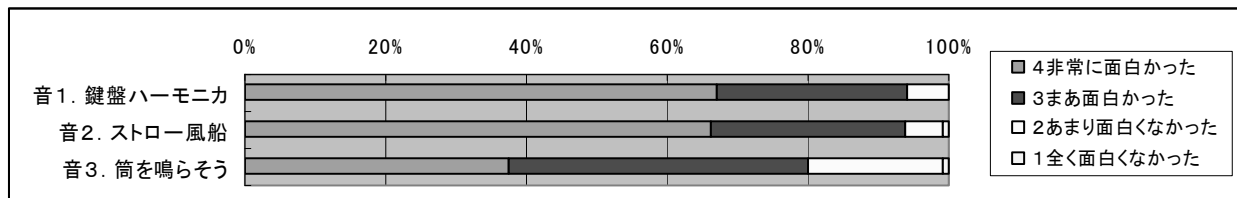
○H19年度 各実験について理解度・興味度を4段階で評価してください。理解度はどうだったか

項目	4よくわかった	3まあわかった	2あまりよくわからなかった	1まったくわからなかった	平均
音1. 鍵盤ハーモニカ	131人	81	10	2	3.5
音2. ストロー風船	114	91	18	1	3.4
音3. 筒を鳴らそう	94	95	34	1	3.3
音理解度平均	254	208	47	4	3.39



興味度はどうだったか

項目	4非常に面白かった	3まあ面白かった	2あまり面白くなかった	1全く面白くなかった	平均
音1. 鍵盤ハーモニカ	150	61	13	0	3.6
音2. ストロー風船	148	62	12	2	3.6
音3. 筒を鳴らそう	84	95	43	2	3.2
音興味度平均	382	218	68	4	3.46



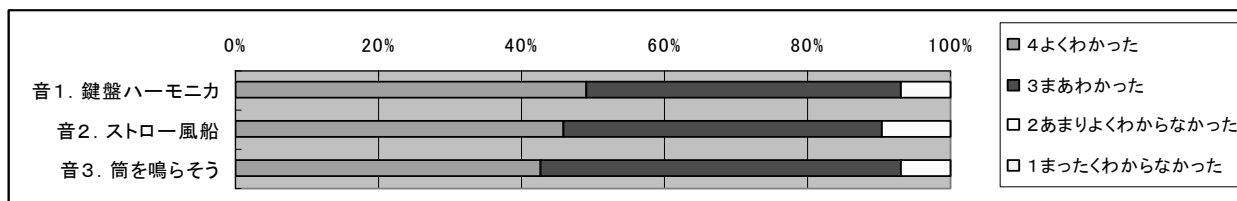
みなさんが教師になったら（是非授業でやってみたい やってみたいとは思わない）どっちでしょう

項目	やってみたい	そう思わない	無回答	やってみたいと思う割合
音1. 鍵盤ハーモニカ	190	32	2	85%
音2. ストロー風船	196	26	2	88%
音3. 筒を鳴らそう	152	70	2	68%
音平均	538	128	6	80%

H20年度 各実験について理解度・興味度を4段階で評価してください。

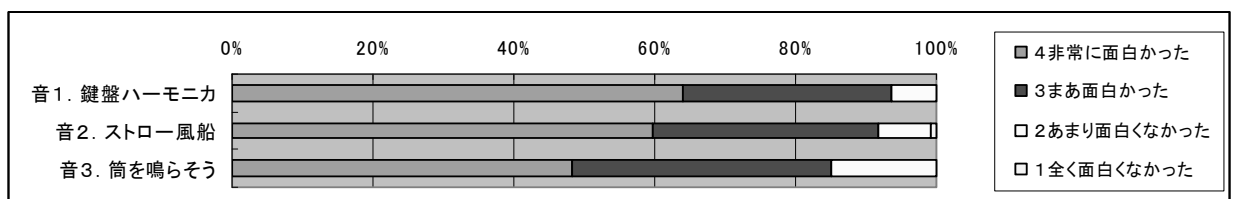
理解度はどうだったか

項目	4よくわかった	3まあわかった	2あまりよくわからなかった	1まったくわからなかった	平均
音1. 鍵盤ハーモニカ	106	95	15	0	3.4
音2. ストロー風船	99	96	21	0	3.4
音3. 筒を鳴らそう	92	109	15	0	3.4
音理解度平均	297	300	51	0	3.38



興味度はどうだったか

項目	4非常に面白かった	3まあ面白かった	2あまり面白くなかった	1全く面白くなかった	平均
音1. 鍵盤ハーモニカ	138	64	14	0	3.6
音2. ストロー風船	129	69	16	2	3.5
音3. 筒を鳴らそう	104	80	32	0	3.3
音興味度平均	371	213	62	2	3.47



みなさんが教師になったら（是非授業でやってみたい やってみたいとは思わない）どちらでしょう

項目	やってみたい	そう思わない	無回答	やってみたいと思う割合
音1. 鍵盤ハーモニカ	162	42	12	75%
音2. ストロー風船	178	27	11	82%
音3. 筒を鳴らそう	158	46	12	73%
音平均	498	115	35	77%

3) 受講者の感想

○全体について

- ・全てが身近にあるものを使っての実験だったので理解しやすかった。

○けん盤ハーモニカ

- ・普段使っているものを解体することによってそのしくみをはじめて知る喜びを味わえるようになる。
- ・テーマがとても身近だった。
- ・楽器のしくみを知ることができた。
- ・普通けん盤ハーモニカを分解するような経験はしない。
- ・小学校で必ず音楽の授業で使うはずなのに音の出るしくみを知らなかった。
- ・分解したのがはじめてで構造がよくわかった。
- ・どのように音が鳴っているか知らなかったので知れてよかった。
- ・子どもたちにとって身近であり興味を持ちやすいと思った。
- ・身近だけど理科とは関係なさそうなものを使うところがよかった。
- ・原理を知ることができ感心した。
- ・分解することも貴重な体験だった。
- ・児童の身近なものであるため児童の興味を引くことができ、その中でしくみを学ぶことができる。
- ・そのしくみが自分の想像していたものと違って面白かった。
- ・自分がよく使っていた楽器なので中はどうなっているのかワクワクして興味を持って取り組めた。
- ・理科教育の器具ではない斬新な切り口から物理が学べた。
- ・分解してみるということは生徒にとって大きな発見があると思う。
- ・子どもにとっても身近な鍵盤ハーモニカにも物理のしくみがかくれていることを知った。
- ・ハーモニカは吹く、吸うということと、音の関係がよくわかって面白かった。
- ・自分が何気なく吹いていたもののしくみがわかった。

○ストロー風船

- ・ストロー風船は鳴らすのに若干苦勞するが、簡単に作れておもしろかった。
- ・音のなる原理がわかりやすい。
- ・身近なもので音を出すことの面白さを実感できる。
- ・小学生にもすぐできる。
- ・おもちゃが立派な実験道具になるというのが新鮮だった。
- ・適度に難しくやりがいいがあって楽しい。
- ・個人でやるので達成感があった。
- ・身近なものでできるから子どもが興味をもちやすそう。
- ・どうやって鳴らすかが全くわからなくてはじめて音が鳴ったときはすごくうれしくて感激しました。
- ・(ストローを切っていくと) 音階がどうして変わるのかが視覚的にもわかって理解しやすい。
- ・体感できるという意味でも面白い実験だと思う。
- ・(リードの) 振動している様子がよくわかった。
- ・生徒の興味を引けそうで実際に面白かった。教師になったらさせてみたい。
- ・音がでるとというのが一番分かりやすく実感がある。
- ・風船の中がどうなっているのかが見ることができて理解につながった。
- ・もっとすごい、いろいろな音が出る笛を作ろうという気持ちになった。
- ・自分でつくるとするのがいい。

(2) 中学校での授業実践

1) 身近な楽器のしくみを知ろう 京都教育大学附属桃山中学校選択授業MET

1)実施日時

平成19年度9月5日及び9月26日 13:40～15:30 110分×2日

2)対象者

京都教育大学附属桃山中学校 18名

3)授業の進め方 (資料3 配布プリント)

2) 身近な楽器のしくみを知ろう 京都教育大学附属京都中学校選択授業サイエンス

1)実施日時

平成20年度5月28日及び7月2日 13:30～15:20 110分×2日

2)対象者

京都教育大学附属京都中学校 35名 (2年27名 3年8名)

3)授業の進め方 (桃中METと同じ)

3) 音楽を理科しよう 京都教育大学附属桃山中学校1年理科普通授業

1)実施日時平成20年度9月25日 50分

9:45～10:35 2組(41名) 10:45～11:35 3組(41名)

13:20～14:10 1組(40名) 14:20～15:10 4組(16名)

2)対象者

京都教育大学附属桃山中学校1年普通クラス3、帰国子女クラス1

3)授業の進め方

<目標>

○身近な楽器を分解したり、作ったりして「鳴るしくみ」を知る。

→鍵盤ハーモニカは必ず小学校で習う楽器であるのにほとんどの生徒が「鳴るしくみ」を知らない。その一方で分解が簡単でしくみが理解しやすい。

○生徒に新鮮で興味を持たせる授業、考えて理解する授業としてよい例となる。

→鍵盤ハーモニカを分解していく段階ごとに予想させ、しくみを知るというプロセスが考えて理解する能力の育成に役立つ。

○楽器に含まれる工夫・理科に気づかせる。

→鍵盤を押す意味、内蓋の意味、リードの先についた金属板、ハーモニカのリードの位置、それぞれが楽器を作ってきた先人の工夫があり、そこに理科が含まれている。そういうものに気づくことで理科の賢さを実感してもらう。

○楽器の中にある理科に気づかせることで理科が役に立つ学習であることを実感させる。

→理科はもっとも役に立たない教科とされている。楽器を通して理科を身近なものとして実感する。

<準備物>鍵盤ハーモニカ42(予備1を含む) ハーモニカ42 ドライバ大中各42 ピンセット42 ストロー
3mmφ(4mmも) 150 ビデオカメラ1 デジカメ1

<授業の流れ>

○全員1人ずつ実験させる

① 鍵盤ハーモニカの鳴る原理を予想する。(授業札など含めて10分まで)

→まず鳴るしくみを予想させ問題意識を持って取り組ませる。相談してもよいが基本は各自が考える。生徒の予想を大事にし、教師は特にコメントしない。

② 鍵盤ハーモニカを分解する。

→ドライバでねじをはずすだけで分解できる。ねじにあったドライバを使わせる。しめすぎない。

③ ピンセットでリードをはじいてドレミファソラドを鳴らす。(20分まで)

→鳴るもの(振動するもの)を発見する。全音と半音、音階に対応してリードがあることに気づかせる。

④ ストローで吹いてリードを鳴らす。(25分まで)

→リードに対応する鍵盤を押さえた状態で吹かないと鳴らないことに気づかせる。

空気が流れるがリードを振動させること、鍵盤を押す意味に気づかせる。

⑤ パイプを吹いてリードが鳴るしくみを考える。

→内蓋の役割を考えさせパイプからの空気が流れるがリードを振動させることに気づかせる。

⑥ リードの長さと言の高低の関係を確認する。(まとめさせることを含め30分まで)

→全体としてリードの長さが音の高低に対応していることを理解させるが、長さが変わっていない部分があることに気づかせ、楽器の工夫を知る。

⑦ ハーモニカの演奏法の特徴に気づかせた後鍵盤ハーモニカとの違いを予想させる。

⑧ ハーモニカを分解する。(40分まで)

→リードが互い違いに鳴っていることとハーモニカの演奏法とが対応していることに気づかせる。

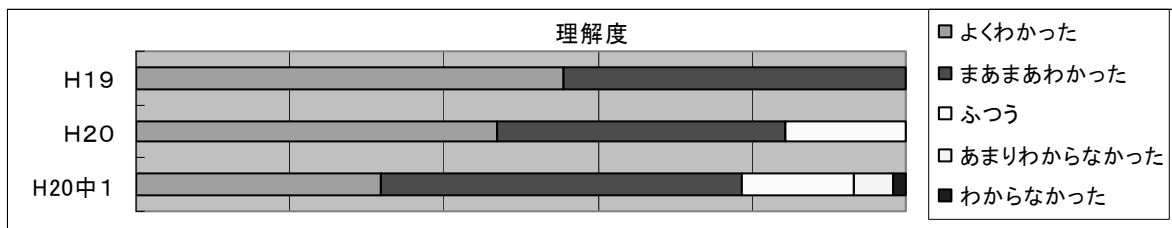
⑨ まとめプリントを使って説明とあとかたづけ(50分まで)

○授業後アンケートを配布。回収を中学校の先生に依頼

4) 授業後の生徒アンケート

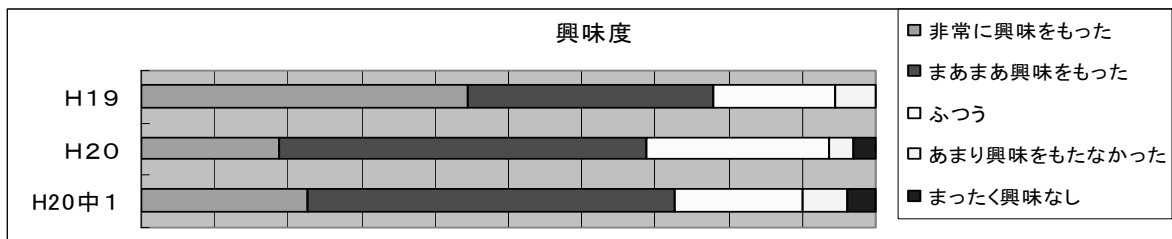
○講義の理解度を選んで下さい

	計	よくわかった	まあまあわかった	ふつう	あまりわからなかった	わからなかった
H19	18	10	8	0	0	0
H20	32	15	12	5	0	0
H20中1	132	42	62	19	7	2



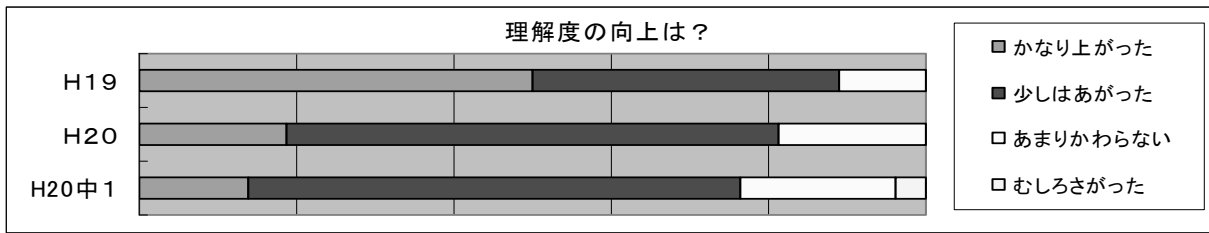
○興味をもちましたか？

	計	非常に興味をもった	まあまあ興味をもった	ふつう	あまり興味をもたなかった	まったく興味なし
H19	18	8	6	3	1	0
H20	32	6	16	8	1	1
H20中1	132	30	66	23	8	5

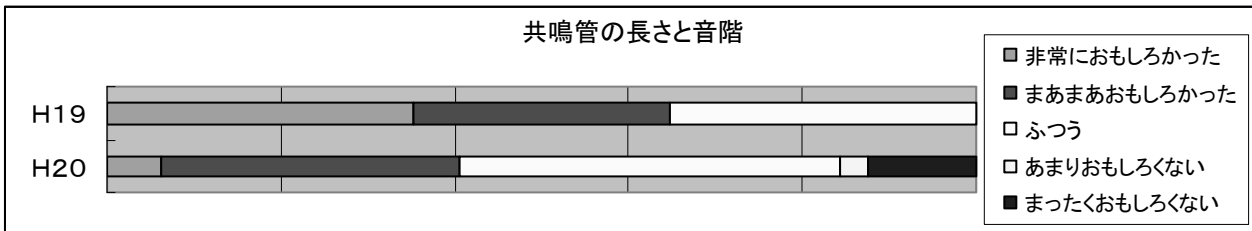
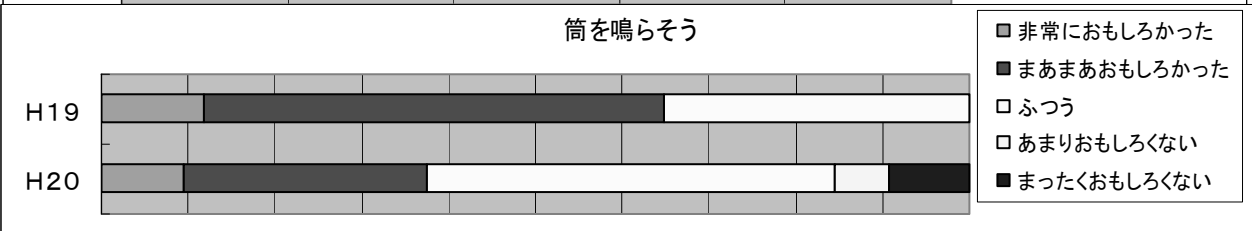
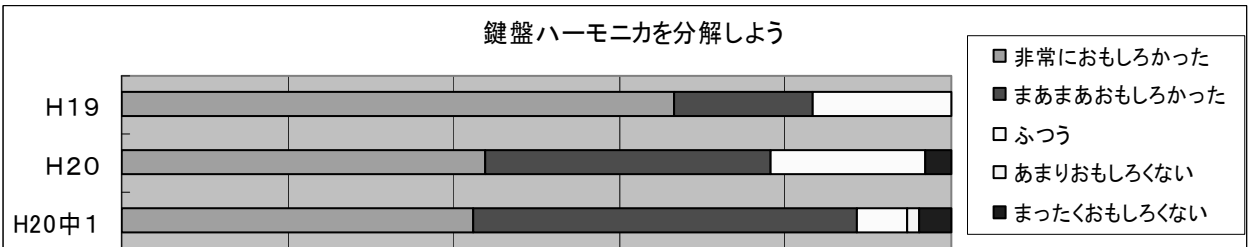
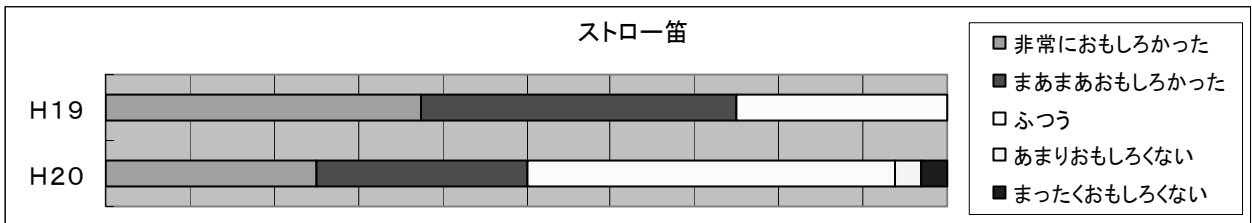


○理科の授業でやったときと比べて音の分野の理解度はあがりましたか？

	計	かなり上がった	少しはあがった	あまりかわらない	むしろさがった
H19	18	9	7	2	0
H20	32	6	20	6	0
H20中1	131	18	82	26	5



○実験は面白かったですか？それぞれのテーマごとに評価してください。(桃山中学校普通授業では鍵盤ハーモニカを分解しようのみ行った)



5) 授業後の感想

○へえーと思ったところ

- ・共鳴パイプの役割
- ・音はリードなどの振動と空気の振動で鳴っているということ
- ・木琴の共鳴パイプの長さのところ
- ・理科と音楽が合わさっているところにへえーっと思った
- ・音の出るしくみや音の高さの関係など
- ・きれいな和音には共鳴パイプの長さが4:5:6の比率があるということ
- ・何にも振動数があること
- ・はらとふしの関係
- ・ハーモニカのしくみがすごいと思った
- ・楽器の音の鳴るしくみ
- ・鍵盤ハーモニカの中身をみたことがなかったのでびっくりした
- ・仕組み、構造
- ・ストロー笛の鳴る秘密を説明したところ
- ・空気のうごき方がおもしろい
- ・鍵盤ハーモニカが音を出す謎が解けた
- ・リードがふるえて音が出ていること
- ・鍵盤ハーモニカにも振動数が関係している
- ・リードの並び方
- ・空気の流れができていうこと
- ・予想と反していたところ(音の鳴り方)
- ・ストローやピンセットでリードをふいたりはいいたりすると音が鳴ること
- ・空気が振動すると思っていたらリード

が振動していたから ・リードを息で振動させるところ ・鍵盤を押したらリードが震えて音が出ていること ・鍵盤ハーモニカの中がオルゴールみたいになっているところ ・音の出る理由が風と関係しているところ ・穴が開きリードが震えて音が出ること ・分解したら中にいろんなものが入っていたこと ・ひとつ部品がなくなると音が出なくなるところ

○わかったところ

・音板が長ければ共鳴パイプが長くなることやパイプの長さは音の高さによってちがうこと ・1オクターブ上がるとパイプが半分ということ ・空気の振動で音が出ているということ ・リードの中の空気が振動して音が出る ・共鳴パイプの長さの比や音の比 ・メロディパイプの原理 ・音が出る仕組み、短いと高い ・空気を吹くと中の金属が震えて音が出ている ・弦がリードに変わって音を出しているところ ・鍵盤がなる仕組みの説明 ・リードが振動することや空気の道のり ・音が鳴るにはどうしたらいいか ・穴があくことや、糸の重さ、長さなどで音が出されている ・空気の抜け道はどうやってできるかの説明 ・ハーモニカの構造が理解できた ・空気が通ることによって音が鳴ること ・どうやって音が鳴るのかを人に説明できるくらいになった ・鍵盤の押したところから空気が出て音が鳴る ・リードの長さを変えずに音の高さを変える方法が分かった

○興味をもったところ

・遊び道具を使ったりしてくださったので興味がわきました ・音っていつもフツーにでていると思っていたけれどどうして？っていうことがわかった ・笛は自分でもつくれて空気の振動で音になるところ ・理科と音楽の2つが合同しているため理科と音楽どちらに対しても興味が深まった ・音のしくみが科学的にわかっていくのがおもしろかった ・どうすれば音がでるか ・音楽と理科がコラボして2つ教えてもらった感じで2つに対して興味が深まった ・楽器の構造について他の楽器のことも知りたいと思った ・鍵盤ハーモニカの中身や仕組みがおもしろかった ・音が出る仕組み ・楽器の見たことのない中身 ・金属板をストローで鳴らすところ ・なぜ空気で音が鳴るのか ・空気の流れをふたで閉じ込める ・普段見ないところを解体してみるというところ ・分解するといろいろな部品が出てくるということ ・何気なく使用していた楽器にはいろいろな工夫がされていておもしろかった ・さらに分解したい ・ピアノをひいていてどういうふうに音が出るか？とかが興味をもてた

○理解があがったところ

・振動数とか ・授業では振動するということばだけだったけれど今回は何が振動しているかが知れました。 ・新しく、はらとふしを学んだり、振動するものが短いと音が高いなど ・振動数と音の高さの関係 ・音が1オクターブ上がると振動数が2倍になる ・音の鳴る仕組み ・金属のはしの部分の重さによって音の高さが変わる ・音は振動数が多いほど高いこと ・空気のうごき方が関係しているのが分かった ・具体的にどこが震えるのがよく理解できた ・音の振動や伝わり方 ・音はどうして聞こえるのか ・振動すればなることが分かった ・リードの長さによる音の高さの変化 ・音の高さが何によって変わるのか、ものがどのように振動しているのか ・楽器が高いのはこうしたら出るとか、小さいのはこうしたら出るっていうのがわかった ・同じ楽器でも、種類によって音の出し方が違うことを知れた ・(教師が)音さでやるより、(このように)自分でやったほうがわかった ・音は絶対になにかを震わせることが大切というところがよくわかった

○自由な感想

・すごく楽しかった ・音の出るしくみが本当によくわかった ・音はすごく精密とすることがわかった、少し長さが違うだけで音がちがうということ ・こんな授業受けたことがなかったから、すごくおもしろかった ・初めはただの遊びやと思っていたけど、やってみると理科だなと思った ・すごい興味をもててよかった ・音楽にも理科が深く関わっていることがわかってよかった ・鍵盤の構造がすごく、どうして息を吹くと音が鳴る理由が知れてよかった ・楽しくて他の楽器などもやってみようと思った ・2つの教科を混ぜた授業は今までになかったのでもとてもおもしろかった ・分解作業はあまりできないので、貴重なことを体験できてよかった ・とても“音”がおもしろく感じました ・できればリードの裏を見てみたかった ・今度、家の鍵盤ハーモニカを分解してみたい ・実験で工具を使ったのは初めてで

す。もっといろいろな楽器を分解してみたいです ・けんハモの中身を見てかわったつくりだなと思った

(3) 教材 HP

身近な音や音楽にまつわる話題を HP 教材にし、大学の HP サーバから発信した。

WEB 技術を使った理科（物理）の教科書

URL : <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/inada/top.html>

<物理のトリビア>

- 1)ティンパニーは真ん中をたたくのではなくやや端のほうをたたくって知ってた？
- 2)男性と女性の声は一オクターブ違うと言われます。
男性と女性が同時にドの音を出すとソの音が聞こえるのはどうして？
- 3)ドミソはどうして和音としてきれいに聞こえるの？
- 4)セミがヘリウムガスを吸って鳴くと声変わりするって知ってた？

<ふしぎビデオ>

- 1)風船の先に付けたストロー笛を短くはさみで切っていくと音はどうなるでしょう？
- 2)小学校で習った鍵盤ハーモニカ（けんばんハーモニカ）はどうして音が鳴るのでしょうか？
- 3)インスタントコーヒなどをお湯に入れてまぜるとき音が高くなったり低くなったりします。
聞いたことはありますか？
- 4)ティンパニーをたたくときは真ん中をたたかず、端のほうをたたきます。どうしてでしょう？
真ん中をたたいた時と真ん中から 2/3 のところをたたいたときの音と振動する様子を見比べてください。
- 5)セミもヘリウムガスを吸うと声変わりするのでしょうか？
- 6)音叉をたたいてみます。共鳴箱がなければ音はほとんどしませんが箱に当てると大きくなります。
今度は箱の中にヘリウムガスを入れてみます。どうなるでしょう？
- 7)メスシリンダーに水を注ぐと、音はどう変化するでしょう。
ヘリウムガスを入れた中で水を注ぐと音はどうなるでしょう。

<よくわかる解説>

- 1)ギターやピアノの弦は細いほうが音が高く、引っ張る力（張力）が大きいほど音が高いのはどうして？

§ 4. 学会等発表報告集

(1) 日本理科教育学会近畿支部大会口頭発表 H19.12.7 日本理科教育学会近畿支部大会予稿集

中学校における理科と音楽を融合した新しいカリキュラムの開発

京都教育大学 ○沖花彰

1) はじめに

最近の全国調査によると、生徒にとって理科は主要教科の中で「もっとも好きな教科」である一方で、「もっとも社会や生活の役に立たない教科」であると思われる¹⁾。身の回りのことがらや身近なことがらと結びつけた理科学習が必要である。本研究では音楽を通して音や振動に関する中学校向けの理科学習教材や授業カリキュラムの開発を進めている。これまで楽器や身の回りの音を取り入れた理科教材は数多く見受けられるが学校での音楽学習に密着した理科教材や学習カリキュラムはあまり見られない。音に関する理科教材のほとんどは理科の教師による音が鳴ると言う観点だけで開発されたものである。実際に小学校で扱う鍵盤ハーモニカやリコーダのしくみ、音楽のもつ音階や響きを含んだ音楽を取り入れた理科学習がこの研究のねらいである。理科と音楽を総合的に学ぶことは理科を役に立つ教科として実感し興味関心や理解の向上に有効であると同時に音楽学習の中にも考える視点を持たせることができる。

2) 現行の音学習の問題点

音の分野は身近な理科学習という点では非常に適した内容だと思われるが、前述の調査によると音の分野は中学校高等学校ともに教師は生徒が非常に興味を持ち易いと考えているのに対し、生徒のほうは必ずしもそう思っていない。(興味を持ちやすいと答えたのは中学校では教師 6 割生徒 4 割、高等学校では教師 7 割生徒 3 割である。)理解度については中学校では「音の発生」や「音の大小と波形との関係」に比べて「音の高低と波形(振動数)との関係」が十分ではない。高等学校では「気柱の共鳴と波長との関係」の理解度は極端に低くなる。音の高低や共鳴といった内容は音楽にとっては重要な要素であるがそれが理科学習で深められていない。

3) 授業実践の試み

上記の問題点を踏まえ、音楽的要素を取り入れた授業を開発し、中学生に対し授業実践を行っている。発表ではその例について報告する。

これまでに実践した授業例

①鍵盤ハーモニカはどうして鳴るの？

鍵盤ハーモニカは小学校のとき必ず学習する楽器であるがその原理はほとんどの生徒が知らない。パイプを吹くので管楽器のイメージをもつものが多い。使わなくなった鍵盤ハーモニカを持ってこさせて中を分解してその原理を探ると非常に興味を持つ。簡単に分解でき比較的わかりやすいしくみであることから、分解しながら調べてしくみを理解するのに適した教材である。さらにハーモニカ(吹くと吸う)を調べることでより理解が進み興味も増す。

②ストロー風船を作ろう

ストロー笛は身近な教材の一つとしてよくとり上げられているが上記の鍵盤ハーモニカと連動して導入することで木管楽器のシングルリード、ダブルリードという対応がつく。リードが振動する様子を観察するのにストローの反対側を吸って鳴らす例が教科書に掲載されているが中学生では吸って鳴らすのが難しい。そこで透明風船を使ってストロー風船を作りリードが振動する様子を観察する。最後にクラリネット、オーボエを吹いて見せることで本物の楽器との対応も明確になる。

1) 平成 13,15 年度小中学校教育課程実施状況調査,国立教育政策研究所平成 14,17 年度高等学校教育課程実施状況調査,国立教育政策研究所

理科と音楽を融合した新しいカリキュラムの開発2

○沖花彰 A, 川口容子 A, 大澤弘之 A, 笹野恵理子 B

OKIHANA Akira, KAWAGUCHI Yoko, OSAWA Hiroyuki, SASANO Eriko

京都教育大学 A, 立命館大学産業社会学部 B

【キーワード】 理科授業, 音楽, カリキュラム

1. はじめに

本研究では音楽を通して音や振動に関する中学校向けの理科学習教材や授業カリキュラムの開発を進めている。これまで楽器や身の回りの音を取り入れた理科教材は数多く見受けられるが学校での音楽学習に密着した理科教材や学習カリキュラムはあまり見られない。実際に小学校で扱う鍵盤ハーモニカやリコーダのしくみ、音楽のもつ音階や響きを含んだ音楽を取り入れた理科学習がこの研究のねらいである。理科と音楽を総合的に学ぶことは理科を役に立つ教科として実感し興味関心や理解の向上に有効であると同時に音楽学習の中にも考える視点を持たせることができる。

2. 授業教材の例

<鍵盤ハーモニカはどうして鳴るの?>

鍵盤ハーモニカは小学校のとき必ず学習する楽器であるがその原理はほとんどの生徒が知らない。パイプを吹くので管楽器のイメージをもつものが多い。鍵盤ハーモニカを分解してその原理を探ると生徒は非常に興味を持つ。簡単に分解でき比較的わかりやすいしくみであることから、分解しながら音の発生や音階を調べて理解するのに適した教材である。さらにハーモニカ(吹くと吸う)を調べることでより理解が増す。

<授業の流れの例>

1) 鍵盤ハーモニカの鳴る原理を予想する。

→全ての工程でまず予想させ問題意識を持って取り組ませる。

2) 鍵盤ハーモニカを分解する。

→ドライバでねじをはずすだけで分解できる。

3) ピンセットでリードをはじいてドレミファソ

ラシドを鳴らす。→鳴るもの(振動するもの)を発見する。全音と半音、音階に対応してリードがあることに気づかせる。

4) ストローで吹いてリードを鳴らす。

→リードに対応する鍵盤を押さえた状態で吹かないとならないことに気づかせる。空気の流れがリードを振動させること、鍵盤を押す意味に気づく。

5) パイプを吹いてリードが鳴るしくみを考える。

→内蓋の役割を考えさせパイプからの空気の流れがリードを振動させることに気づかせる。

6) リードの長さと言の高低の関係を確認する。

→全体としてリードの長さが音の高低に対応していることを理解させるが、長さが変わっていない部分があることに気づかせ、楽器の工夫を知る。

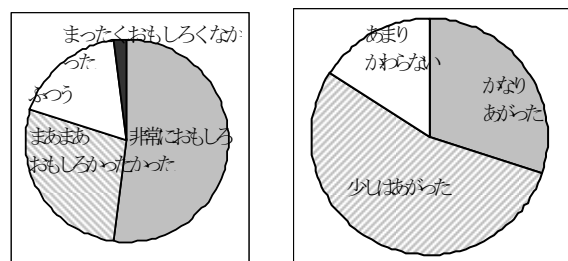
7) ハーモニカの演奏法の特徴に気づかせた後鍵盤ハーモニカとの違いを予想させる。

8) ハーモニカを分解する。

→リードが互い違いに鳴っていることとハーモニカの演奏法とが対応していることに気づかせる。

3. 実践授業

京都教育大学附属中学校選択理科の授業で実践授業をおこなった。図1は授業後アンケートの結果である。生徒の8割がこの授業内容に興味を持ったと答えた。また音の分野の理解度は85%の生徒が以前より上がったと答えた。



4. まとめ

身近な楽器を調べることで理科学習に興味を持たせ、かつ役に立つ教科であることを実感させることができた。

理科と音楽を融合した新しいカリキュラムの開発

○沖花彰^A, 川口容子^A, 大澤弘之^A, 笹野恵理子^B

京都教育大学^A, 立命館大学産業社会学部^B

1. はじめに

平成 15 年度国立教育政策研究所の調査によると、生徒にとって理科は主要教科の中で「もっとも好きな教科」(図 1 参照)である一方で、「もっとも社会や生活の役に立たない教科」(図 2 参照)であると思われる¹⁾。身の回りのことから身近なことから結びつけた理科学習が必要である。本研究では音楽を通して音や振動に関する中学校向けの理科学習教材や授業カリキュラムの開発を進めている。これまで楽器や身の回りの音を取り入れた理科教材は数多く見受けられるが、学校での音楽学習に密着した理科教材や学習カリキュラムはあまり見られない。実際に小学校で扱う鍵盤ハーモニカやリコーダのしくみ、音楽のもつ音階や響きを含んだ音楽を取り入れた理科学習がこの研究のねらいである。理科と音楽を総合的に学ぶことは理科を役に立つ教科として実感させ興味関心や理解を向上させるのに有効であると同時に音楽学習の中にも考える視点を持たせることができる。

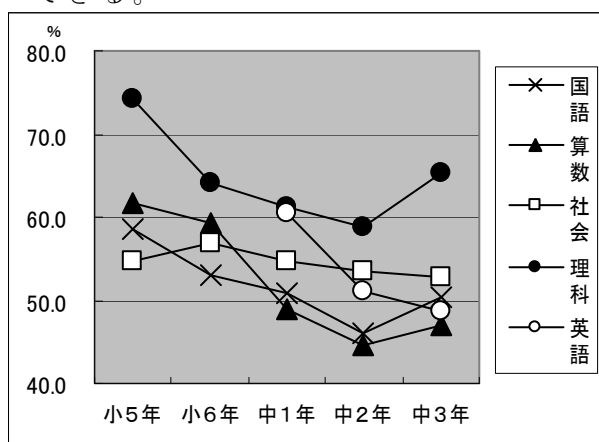


図 1 学年別「○○の勉強が好き」の割合

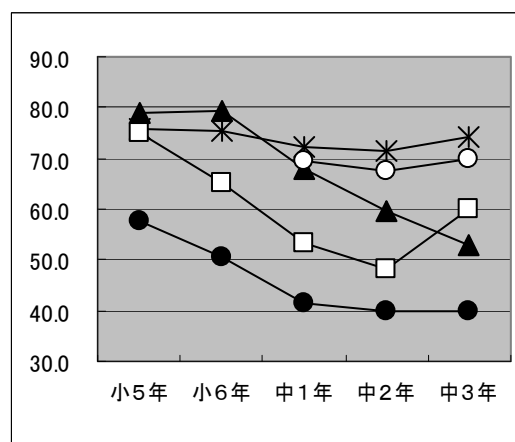


図 2 学年別「○○は生活に役立つ」の割合

2. 現行の音学習の問題点

音の分野は身近な理科学習という点では非常に適した内容だと思われるが、前述の調査によると²⁾音の分野は中学校、高等学校ともに教師は、生徒が非常に興味を持ちやすい学習と考えているのに対し、生徒のほうは必ずしもそう思っていない。(音の学習が興味を持ちやすいと答えたのは中学校では教師 6 割生徒 4 割、高等学校では教師 7 割生徒 3 割である。)理解度については中学校では「音の発生」や「音の大小と波形との関係」に比べて「音の高低と波形(振動数)との関係」

が十分ではなく，高等学校では「気柱の共鳴と波長との関係」の理解度が極端に低くなる（表1参照）。音の高低や共鳴といった内容は音楽にとっては重要な要素であるがそれが理科学習で深められていない。

表1 H17年度国立教育政策研究所高等学校教育課程実施状況調査

音に関する学習内容	通過率%	設定通過率%
気柱の共鳴の実験では共鳴により音が大きく聞こえることを理解している	60.2	65
気柱内の定常波について理解している	51	65
気柱の長さから音の波長を求めることができる	35.3	50
弦の振動における定常波の波長について理解している	54.5	65
弦の振動における倍振動の関係を正しく判断できる	29.2	45

3. 授業実践の試み

上記の問題点を踏まえ，音楽的要素を取り入れた授業を開発し中学生に対し授業実践を行っている。発表ではその実践例について報告する。

(1) 授業教材の例

身近な楽器のしくみ，楽器を作って楽しむ，音が響く等を学習する授業カリキュラムを開発し実践した。ここではそのうち特に生徒からの評価の高かった「身近な楽器のしくみを知ろうー鍵盤ハーモニカはどうして鳴るのー」について報告する。

鍵盤ハーモニカは小学校のとき必ず学習する楽器であるがその原理はほとんどの生徒が知らない。パイプを吹くので管楽器のイメージをもつものが多い。鍵盤ハーモニカを分解してその原理を探ると生徒は非常に興味を持つ。簡単に分解でき比較的わかりやすいしくみであることから，分解しながら音の発生や音階を調べて理解するのに適した教材である。さらにハーモニカ（吹くと吸う）を調べることにより理解が増す。

<授業の流れの例>

1) 鍵盤ハーモニカの鳴る原理を予想する。

→全ての工程でまず予想させ問題意識を持って取り組ませる。

2) 鍵盤ハーモニカを分解する。

→ドライバでねじをはずすだけで分解できる。

3) ピンセットでリードをはじいてドレミファソラシドを鳴らす。

→鳴るもの（振動するもの）を発見する。全音と半音、音階に対応してリードがあることに気づかせる。

4) ストローで吹いてリードを鳴らす。

→リードに対応する鍵盤を押さえた状態で吹かないとならないことに気づか

せる。空気の流れがリードを振動させること、鍵盤を押す意味に気づかせる。

5) パイプを吹いてリードが鳴るしくみを考える。

→内蓋の役割を考えさせパイプからの空気の流れがリードを振動させることに気づかせる。これで鍵盤ハーモニカの鳴るしくみが理解できたことになる。各自まとめさせる。

6) リードの長さと言の高低の関係を確認する。

→リードの長さが音の高低に対応していることを理解させるが、長さが変わっていない部分があることに気づかせ、楽器の工夫を知る。

7) ハーモニカの演奏法の特徴に気づき、鍵盤ハーモニカとのしくみの違いを予想する。

8) ハーモニカを分解する。

→リードが互い違いにつけられていることと、ハーモニカの演奏法とが対応していることに気づかせる。

(2) 実践授業結果

平成 17 年から 4 年間京都教育大学附属中学校選択理科の授業で実践授業をおこなってきた。授業内容は毎年必ずしも同じではないが通常の理科の音学習を終えたものを対象に音楽的要素を取り入れた授業を行っている。クラス人数は 20～40 名である。授業後生徒に行ったアンケート調査の結果を図に示す。図 3 は授業の理解度、図 4 は興味度、図 5 は到達度が示されている。生徒の 7～8 割がこの授業内容に興味を持ち、約 8 割の生徒が音の分野の理解が上がったと答えた。

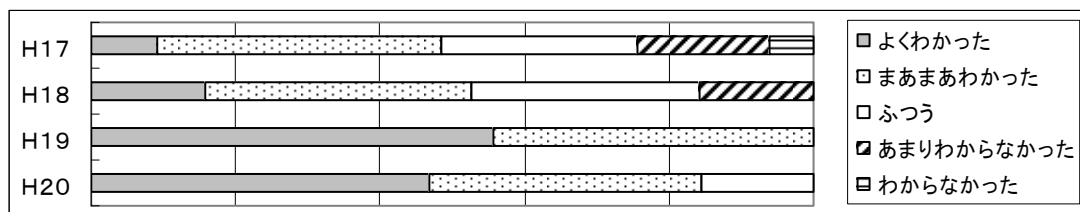


図 3 授業後アンケート「授業はわかりましたか」

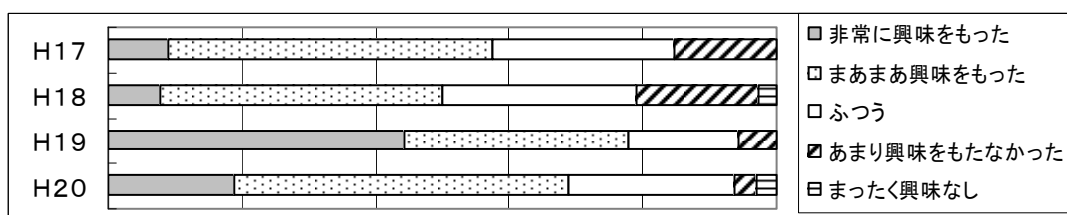


図 4 授業後アンケート「授業に興味を持ちましたか」

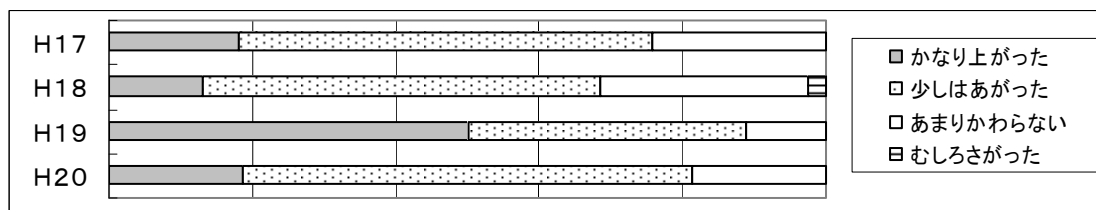


図 5 授業後アンケート「音の分野の理解度はあがりましたか」

4. まとめ

身近な楽器を分解したり，作ったりして「鳴るしくみ」を知る学習は生徒に新鮮で興味を持たせる授業として効果があった。特に，ほとんどの生徒は「ものを分解する」という学習を経験しておらず，鍵盤ハーモニカはねじをはずして中身を調べていくというプロセスが容易でかつ分かりやすいので生徒に好評であった。また楽器に含まれるさまざまな工夫に気づかせることができ，理科を身近なものとして実感させることに効果があった。一方木琴などを通して中学生に共鳴にふれた学習を試みたがやや難しかったようである。全体としては理科学習に興味を持たせ，かつ理科が役に立つ教科であることを実感させることができたと思われる。

本研究は平成 19-20 年度科学研究費補助金によるものである。(科研費課題番号 19530808)

参考文献

- 1) 平成 15 年度小中学校教育課程実施状況調査 国立教育政策研究所
- 2) 平成 17 年度高等学校教育課程実施状況調査 国立教育政策研究所

“A new course of the physics study merged with the music study”

Akira OKIHANA, Yoko KAWAGUCHI, Hiroyuki OSAWA, Eriko SASANO

高速撮影を使った理科教材

沖花 彰

OKIHANA Akira

京都教育大学

キーワード：高速撮影，振動数を数える，音学習，交流学习

1. はじめに

1秒間で最高1200コマの高速撮影が可能なデジタルカメラが登場した。価格も10数万円と学校現場でも購入できる。そこで、今回この高速撮影を使った理科学習を紹介する。

2. これまでの教材

ビデオ動画を使った学習については新学習指導要領の解説にも「振り子や放物運動をする物体，車の動きなどの物体の運動について，録画したビデオ映像をコマ送り再生をして提示したり，ストロボ写真で撮影したりするなど，視聴覚機器の映像などを活用することによってより効果的に生徒の理解を促す工夫をすることも考えられる。」¹⁾とあるように積極的な活用が望まれている。通常のデジタルビデオカメラは每秒30コマの静止画からなっており（インターレースの解除で60コマになる），それをコマ送り再生するフリーソフトも容易に手にはいることから学校現場で活用する事例も見られる²⁾。ただし，これは繰り返しが10Hz程度の現象や10ミリ秒程度の精度でわかる動きの変化に限られる。

3. 高速撮影教材

今回紹介するデジタルカメラは1秒間に300, 600, 1200コマの高速動画撮影が可能で，これまでの動画より10倍から20倍速く振動したり，変化する現象に適用することが可能である。すでにホームページなどを通してこのカメラによる高速撮影画像も数多く掲載されている。本研究ではこれを学校での学習に結びつける。

1) 音の学習

音学習では振幅と音の大小との関係に比べて，振動数と音の高低との関係の理解が弱い³⁾。例えば弦の振動で振幅の違いを音の大小やオシロスコープでの波形と関連づけて学習することは容易である。その一方で可聴音の範囲で振動数の違いを識別することは，肉眼はもちろん通常のビデオカメラでもできない。そのため振動数と音の高低や波形との関係を直接示し

た学習ができない⁴⁾。教室で1秒間に600コマから1200コマの映像を撮影しコマ送り再生ができればギターなどの弦の振動数を直接数えたり，音の高低や波形と比較できる。

2) 交流電圧の学習

交流の学習は現在「電流とその利用」の最後に発展学習として若干記載されている。新学習指導要領では正式に交流学习が含まれる。現在教科書には発光ダイオードを用いて電流の向きが変わることを理解する教材が紹介されている⁵⁾。周波数は1秒間に50または60Hzであるのでこれもいままでのビデオカメラでは数えることはできない。

普通の蛍光灯は交流の周波数で1秒間に100または120回明暗が繰り返されているが，これを高速撮影してコマ送り再生すると蛍光灯がちらつくことはもちろん明暗の回数も数えることができる。関東と関西で撮影したものを比較すれば周波数の違いもわかる。

本発表では上記のような学習活用をめざした動画教材を紹介する。

参考文献

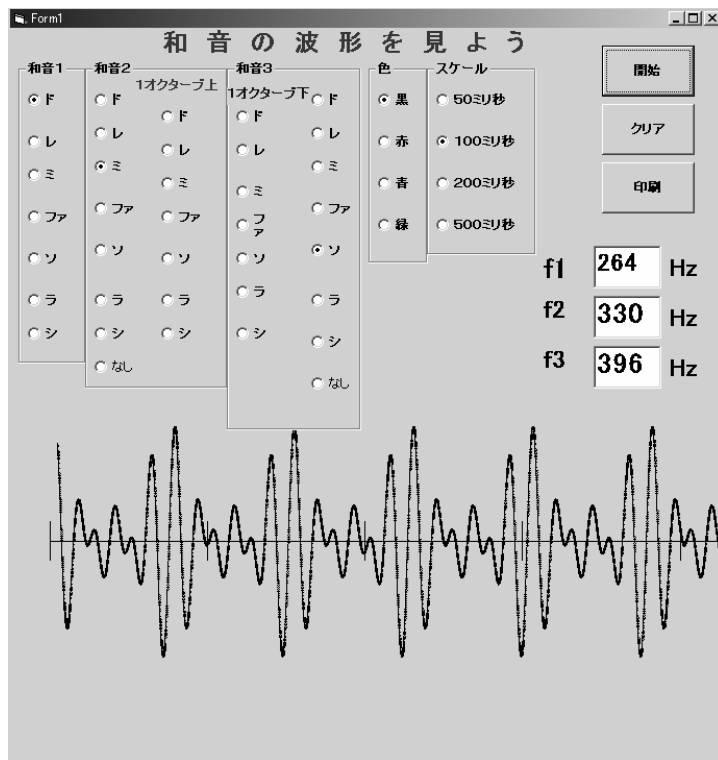
- 1)新学習指導要領「中学校学習指導要領一解説一」，文部科学省，2008年7月
- 2)例えば 理科と体育を融合した新しいカリキュラム，沖花，近畿の物理教育，12(2006)6-11
- 3)平成15年度小中学校教育課程実施状況調査，国立教育政策研究所
- 4)例えば 中学校理科1上，大日本図書19年度版28頁
- 5)例えば 同上 138頁

(5) フォーラム理科教育 No.8 pp.15-20, 2007年3月

(6) フォーラム理科教育 No.10, 2009年3月

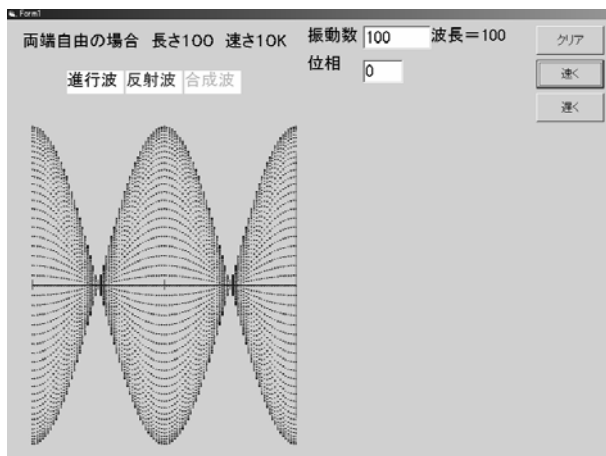
§ 5. 資料集

(1) 作成したプログラム (Visual Basic)

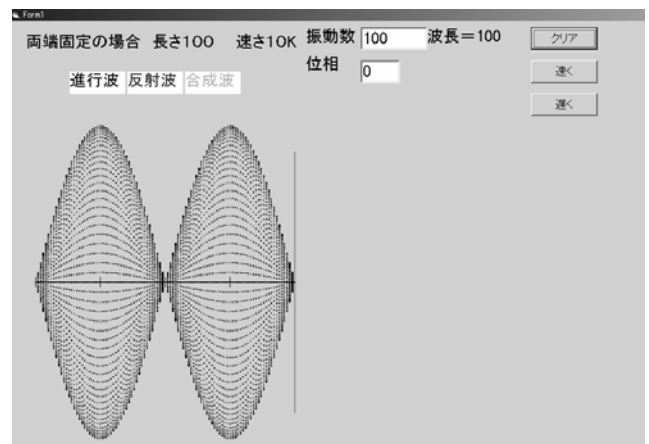


○和音の波形を見る

○定常波のできる様子 (開端)



○定常波のできる様子 (閉端)



○縦波の進む様子



○横波の進む様子



○和音の波形を見る (ソースリスト)

' 音を見る
,

Private Sub Command1_Click()

If Option1.Value = True Then

f1 = 264

ElseIf Option2.Value = True Then

f1 = 297

ElseIf Option3.Value = True Then

f1 = 330

ElseIf Option4.Value = True Then

f1 = 352

ElseIf Option5.Value = True Then

f1 = 396

ElseIf Option6.Value = True Then

f1 = 440

Else: f1 = 495

End If

If Option8.Value = True Then

f2 = 264

ElseIf Option9.Value = True Then

f2 = 297

ElseIf Option10.Value = True Then

f2 = 330

ElseIf Option11.Value = True Then

f2 = 352

ElseIf Option12.Value = True Then

f2 = 396

ElseIf Option13.Value = True Then

f2 = 440

ElseIf Option14.Value = True Then

f2 = 495

ElseIf Option32.Value = True Then

f2 = 264 * 2

ElseIf Option33.Value = True Then

f2 = 297 * 2

ElseIf Option34.Value = True Then

f2 = 330 * 2

ElseIf Option35.Value = True Then

f2 = 352 * 2

ElseIf Option36.Value = True Then

f2 = 396 * 2

ElseIf Option37.Value = True Then

f2 = 440 * 2

Else: f2 = 495 * 2

End If

If Option15.Value = True Then

f3 = 264

ElseIf Option16.Value = True Then

f3 = 297

ElseIf Option17.Value = True Then

f3 = 330

ElseIf Option18.Value = True Then

f3 = 352

ElseIf Option19.Value = True Then

f3 = 396

ElseIf Option20.Value = True Then

f3 = 440

ElseIf Option21.Value = True Then

f3 = 495

ElseIf Option39.Value = True Then

f3 = 264 / 2

ElseIf Option40.Value = True Then

```

        f3 = 297 / 2
    ElseIf Option41.Value = True Then
        f3 = 330 / 2
    ElseIf Option42.Value = True Then
        f3 = 352 / 2
    ElseIf Option43.Value = True Then
        f3 = 396 / 2
    ElseIf Option44.Value = True Then
        f3 = 220
    Else: f3 = 495 / 2
End If

If Option22.Value = True Then red = 0: green = 0: blue = 0
If Option23.Value = True Then red = 255: green = 0: blue = 0
If Option24.Value = True Then red = 0: green = 0: blue = 255
If Option25.Value = True Then red = 0: green = 255: blue = 0

If Option30.Value = False And Option31.Value = True Then f3 = 0
If Option30.Value = True And Option31.Value = False Then f2 = 0
If Option30.Value = True And Option31.Value = True Then f2 = 0: f3 = 0
Text1.Text = f1
Text2.Text = f2
Text3.Text = f3

If Option26.Value = True Then
    t = 50
    ElseIf Option27.Value = True Then
        t = 100
        ElseIf Option28.Value = True Then
            t = 200
        Else: t = 500
End If

pai = 3.1416
For i = 1 To t Step 0.01
    Y1 = Sin(2 * pai * f1 * i / 1000)
    Y2 = Sin(2 * pai * f2 * i / 1000)
    Y3 = Sin(2 * pai * f3 * i / 1000)
    If Option30.Value = False And Option31.Value = False Then y = Y1 + Y2 + Y3
    If Option30.Value = False And Option31.Value = True Then y = Y1 + Y2
    If Option30.Value = True And Option31.Value = False Then y = Y1 + Y3
    If Option30.Value = True And Option31.Value = True Then y = Y1
    xp = 4 * i * 50 / t + 10
    yp = -10 * y + 130
    Circle (xp, yp), 0.1, RGB(red, green, blue)
    Circle (xp, yp), 0.2, RGB(red, green, blue)
Next i

End Sub

Private Sub Command2_Click()
    Cls
End Sub

Private Sub Command3_Click()
    AutoRedraw = True
    Form1.PrintForm
End Sub

```

○定常波のできる様子（開端）（ソースリスト）（閉端は略）

```

Dim p, y1(200), y2(100), y3(100), y4(100)
Private Sub Form_activate()
    p = 20
End Sub
Private Sub Command1_Click()
    Cls
End Sub

```

```
Private Sub Command2_Click()
```

```
p = p / 2
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command3_Click()
```

```
p = p * 2
```

```
End Sub
```

```
Private Sub form_click()
```

```
tim0 = 1000000
```

```
tim = tim0 * p
```

```
pai = 3.1416
```

```
V = 10000
```

```
nagasa = 100
```

```
phase = Val(Text2.Text) * pai / 180
```

```
freq = Val(Text1.Text)
```

```
ramda = V / freq
```

```
shuuki = 1 / freq
```

```
Label4.Caption = ramda
```

```
hasuu = 2 * pai / ramda
```

```
omega = 2 * pai * freq
```

```
FillStyle = 0
```

```
For t = 0 To shuuki Step 0.2 * shuuki
```

```
' 進行波を青で描く
```

```
FillColor = RGB(0, 0, 255)
```

```
For x = 0 To nagasa * 2 Step 2
```

```
i = x
```

```
y1(i) = 30 * Sin(hasuu * x - omega * t + phase)
```

```
Circle (x + 10, y1(i) + 100), 0.8, RGB(0, 0, 255)
```

```
Next x
```

```
' ボーズ
```

```
For m = 1 To tim: Next m
```

```
' 進行波を反射させる 元を消して赤で反射波を描く
```

```
FillColor = RGB(192, 192, 192)
```

```
For x = nagasa To nagasa * 2 Step 2
```

```
Circle (x + 10, y1(x) + 100), 0.8, RGB(192, 192, 192)
```

```
Next x
```

```
FillColor = RGB(255, 0, 0)
```

```
For x = nagasa To nagasa * 2 Step 2
```

```
i = nagasa * 2 - x
```

```
y2(i) = y1(x)
```

```
Circle (i + 10, y2(i) + 100), 0.8, RGB(255, 0, 0)
```

```
Next x
```

```
' ボーズ
```

```
For m = 1 To tim: Next m
```

```
' 戻った波をさらに反射 : 青色
```

```
FillColor = RGB(0, 0, 255)
```

```
For x = nagasa * 2 To nagasa * 3
```

```
i = x - nagasa * 2
```

```
y3(i) = 30 * Sin(hasuu * x - omega * t + phase)
```

```
Circle (i + 10, y3(i) + 100), 0.8, RGB(0, 0, 255)
```

```
Next x
```

```
' ボーズ
```

```
For m = 1 To tim: Next m
```

```
'最後はまた反射を赤で
```

```
FillColor = RGB(255, 0, 0)
```

```
For x = nagasa * 3 To nagasa * 4
```

```
i = nagasa * 4 - x
```

```
y4(i) = 30 * Sin(hasuu * x - omega * t + phase)
```

```
Circle (i + 10, y4(i) + 100), 0.8, RGB(255, 0, 0)
```

```
Next x
```

```
' ボーズ
```

```
For m = 1 To tim: Next m
```

```
' 合成波を緑で描く
```

```
FillColor = RGB(0, 255, 0)
```

```
For i = 0 To nagasa Step 2
```

```
sy23 = y2(i) + y3(i)
```

```
sy14 = y1(i) + y4(i)
```



```

Circle (i + 10, sy14 + 100), 0.8, RGB(0, 0, 0)
Circle (i + 10, sy23 + 100), 0.8, RGB(0, 0, 0)
Next i
'ポーズ
For m = 1 To tim: Next m
Cls
Next t
Cls
For t = 0 To shuuki Step 0.01 * shuuki
'
For x = 0 To nagasa
i = x
y1(i) = 30 * Sin(hasuu * x - omega * t + phase)
Next x
For x = nagasa To nagasa * 2
i = nagasa * 2 - x
y2(i) = 30 * Sin(hasuu * x - omega * t + phase)
Next x
For x = nagasa * 2 To nagasa * 3
i = x - nagasa * 2
y3(i) = 30 * Sin(hasuu * x - omega * t + phase)
Next x
For x = nagasa * 3 To nagasa * 4
i = nagasa * 4 - x
y4(i) = 30 * Sin(hasuu * x - omega * t + phase)
Next x
'
FillColor = RGB(0, 255, 0)
For i = 0 To nagasa
sy14 = y1(i) + y4(i)
sy23 = y2(i) + y3(i)
Circle (i + 10, sy14 + 100), 0.2, RGB(0, 0, 0)
Circle (i + 10, sy23 + 100), 0.2, RGB(0, 0, 0)
Next i
For m = 1 To tim0: Next m
Next t
End Sub

```

○縦波の進む様子（ソースリスト）

```

Dim p
Private Sub Command1_Click()
If p > 9 Then
p = 10
Else
p = p + 1
End If
End Sub
Private Sub Command2_Click()
If p < 2 Then
p = 1
Else
p = p - 1
End If
End Sub

Private Sub Command3_Click()
End
End Sub
Private Sub Form_Activate()
p = 3
Form1.Width = 19200
Form1.Height = 15360
For k = 0 To 40
Shape1(k).Shape = 3
Shape1(k).Top = 300
Shape1(k).Width = 10
Shape1(k).Left = 10 + k * 20

```

```

Next k
End Sub

Private Sub Form_click()
For j = 1 To 1000 Step p
For i = 0 To 40
yp = 40 * Sin(30 * i * 3.1416 / 180 - j * 3.1416 / 180)
Shape1(i).Left = yp + 10 + i * 20
For k = 1 To 10000 Step p: Next k
Next i
For k = 1 To 10000 Step p: Next k
Next j

End Sub

```

○横波の進む様子（ソースリスト）

```

Dim p
Private Sub Command1_Click()
If p > 20 Then
p = 20
Else
p = p + 2
End If
End Sub
Private Sub Command2_Click()
If p < 1 Then
p = 1
Else
p = p - 2
End If
End Sub

```

```

Private Sub Command3_Click()
End
End Sub
Private Sub Form_Activate()
p = 6
Form1.Width = 19200
Form1.Height = 15360
For k = 0 To 40
Shape1(k).Shape = 3
Shape1(k).Top = 300
Shape1(k).Width = 10
Shape1(k).Left = 10 + k * 20
Next k
End Sub

```

```

Private Sub Form_click()
For j = 0 To 300 Step 30
For i = 0 To 40
yp = 100 * Sin(30 * i * 3.1416 / 180 - j * 3.1416 / 180)
If yp < -99 Then Shape1(i).FillColor = RGB(0, 0, 255) Else Shape1(i).FillColor = RGB(255, 0, 0)
If i = 20 Then Shape1(i).FillColor = RGB(0, 255, 0)

Shape1(i).Top = yp + 300

For k = 1 To 1000000 Step p: Next k
Next i
For k = 1 To 1000000 Step 1: Next k
Next j
End Sub

```

(2) 小学校教科内容論 (理科) 配布テキスト

小学校内容論 (理科) 物理領域手引き

実験 1. 鍵盤ハーモニカはどうして鳴るの? (各自実験) 30分

準備するもの: 鍵盤ハーモニカ1台、ドライバ (大・小1本ずつ)、ピンセット1本、ストロー (直径4mm) 1本、ハーモニカ1本

<予想してみよう> 鍵盤ハーモニカの鳴る原理を予想しよう。

必ず実験を始める前に書くこと。

自分の考え (絵も描いて)

チェック

<やってみよう>

- ① 鍵盤ハーモニカを分解します。

ねじをはずすだけで分解できます。

ねじをなくさないように注意すること。

ねじ山をつぶさないこと。(ねじ穴にあったドライバをねじ穴にしっかりさして押しながら回す。)

分解する順序を覚えておくこと。(終わったら元の状態に戻します。)

- ② ピンセットでリードをはじいて鳴らします。

ドレミファソラシドを鳴らしてみます。

全音: ドとレ、レとミ、ファとソ、ソとラ、ラとシ

半音: ミとファ、シとド

- ③ ストローで吹いてリードを振動させます。

鍵盤を押さえずリードを吹いてみます。次にリードに対応する鍵盤を押さえた状態で吹いてみます。

- ④ 鍵盤ハーモニカが鳴る原理がわかったら裏の「まとめておこう」欄にまとめます。

- ⑤ 次のハーモニカの学習が終わったら鍵盤ハーモニカをもとの状態に戻します。元通りしたら一度演奏して異常がないか確認すること。パイプの吹き口をアルコールでふき取っておきます。

<まとめておこう>やったこととその結果、どうして鳴るかが分かったらまとめを書きます。空気の流れとリード、鍵盤の役割を確認すること。

今度はハーモニカについて調べます。

<予想してみよう>ハーモニカは鍵盤ハーモニカとどこが違うのだろうか？どうなっているのだろうか？

<やってみよう>

鍵盤ハーモニカと同じようにハーモニカを分解して違いを見てみよう。わかったことをまとめます。

実験2：ストロー風船を見よう（各自実験）40分

準備するもの：ストロー（直径6mm）1本、はさみ1個、透明風船1個、セロテープ1個

作ってみよう

② ストロー笛を作ります

ストローの片方の端を数cm平たくつぶしてから両角を2カ所切ります。

（切る長さがあまり短いとうまく鳴りません。2cm程度は切りましょう。）

予想してみよう どうして鳴るのでしょうか？

どちらから吹いたら鳴るか予想します。（吹いてみる前にどちらかにチェックをつけてください）

はさみで切った方 はさみで切ってない方

ストロー笛の鳴る原理を、予想してみよう。必ず実験する前に書くこと

自分の考え（絵も描いて）

チェック

やってみよう

①口にくわえて鳴らしてみます

どちらから吹いたら鳴ったでしょう（ ）

②ストローを切った部分をマジックで塗り、透明風船にストロー笛をつけてセロテープで止めます。

どっちに風船をつければいいでしょう？やる前に予想してチェックします。

はさみで切った方 はさみで切ってない方

④風船のついたストローを吹いて風船に空気を入れます。風船の口を押さえながら空気を抜くとストロー笛が鳴ります。風船の中で揺れている様子も見えます。

鳴らしてみた結果どっちに風船をつければよかったですか？

はさみで切った方 はさみで切ってない方

⑥ もう一度空気を入れて、今度は鳴らしながらストローをはさみで切って短くしていきます。

音はどんな風にかわるでしょう？

（ ）

作ったストロー風船はレポートに貼り付けること。

まとめておこう

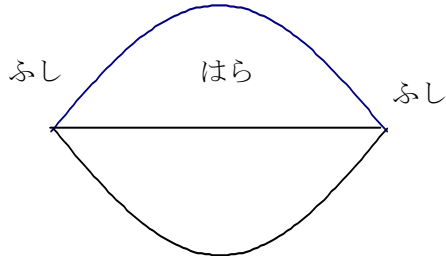
やったこととその結果、どうして鳴るか、音はどう変わったかをまとめます。ストローのリードとストローの関係、音の高さとストローの関係に着目すること。

説明プリント 実験が終わったら読んで理解しましょう。答えを書いて提出すること。

1. 鳴っているものの振動の様子

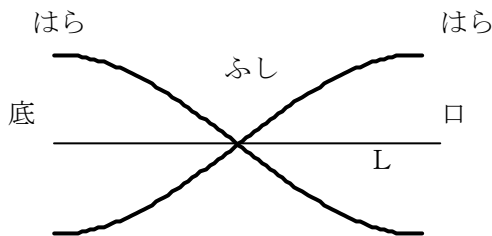
弦や、筒の中の空気が振動するとき、よく揺れる部分（はら）と揺れない部分（ふし）ができています。

①両端が閉じているときの様子（例：ギター弦） 真ん中が一番よく揺れ、両端は揺れない。



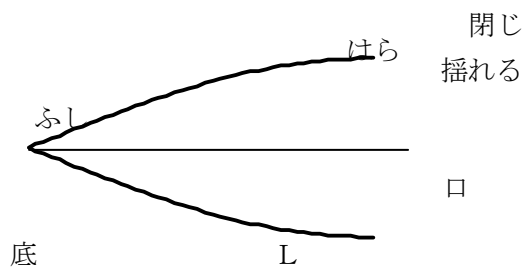
弦の長さ = ふしからふしまでの長さ

②両端が開いているときの様子（例 底の空いている筒） 両端の空気が一番よく揺れる



筒の長さ L = はらからはらまでの長さ
つまり
はらからはらの長さは L になる

③片端が閉じていてもう一方の端が開いているときの様子（例 底が閉じている筒）



閉じている底の空気は揺れず、口のところの空気がよく揺れる

筒の長さ L = ふしからはらまでの長さ
つまり
はらからはらまでの長さは $2L$ になる

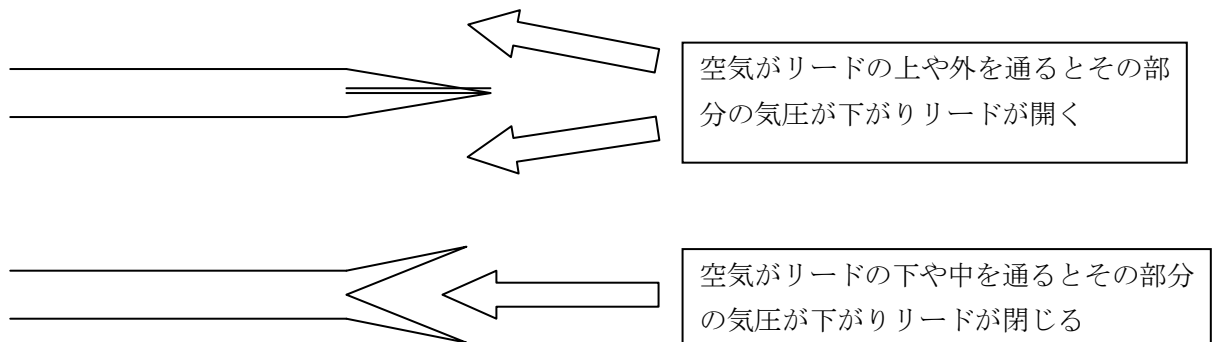
2. 振動の様子と音の高さのまとめ () の正しいほうに○をつけて提出すること。

「ふしからふしまで」の長さ、「はらからはらまで」の長さは等しく、これが短いほど1秒間に揺れる回数つまり（振動数・振幅）は大きく、音は（高く・低く）なります。だから長い筒と短い筒では（長い・短い）筒のほうが音は高い。また長さが同じ場合、両方が開いている筒は「はらからはらまで」が筒（と同じ長さ・の半分の長さ・の倍の長さ）になる。一方、片方が閉じている筒は「はらからふしまで」が筒（と同じ長さ・の半分の長さ・の倍の長さ）なので「はらからはらまで」は筒（と同じ長さ・の半分の長さ・の倍の長さ）になる。つまり片方を閉じると筒が（倍・半分）の長さになったことと同じなので両方が開いているときより（高い・低い）音になるのです。

3. リードが鳴る理由

鍵盤ハーモニカやストロー笛では弁のようなものが振るえて音が鳴っています。この部分を（ ）と言います。ストロー笛のこの部分を振動させるには、この（外側・中側）を空気が通って圧力がさがりこの部分が開くのと、この（中側・外側）を空気が通ってこの部分が閉じるのが交互におきることでこの部分が振動します。だからストロー笛は必ず切った（ ）が（ある方・ない方）から空気を入れるのです。鍵盤ハーモニカもこの部分から空気が入って鍵盤

を押したときに開く出口から空気が流れて音が出ます。もしストロー笛の切っていない方や鍵盤ハーモニカの出口を使うとすれば（吹く・吸う）のではなく（吹けば・吸えば）いいのです。ハーモニカが吹いたり吸ったりして音が出るのはリードが交互に反対向きについているからなのです。

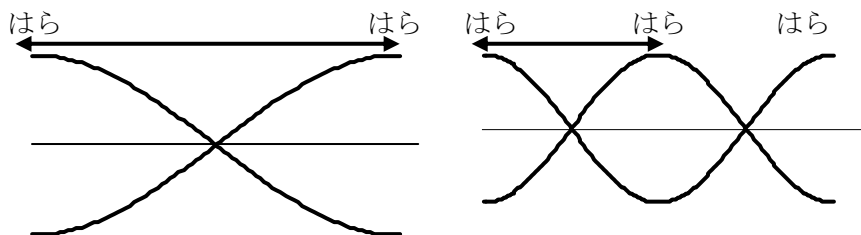


3. メロディパイプの原理

メロディパイプを回すと遠心力でパイプの中の空気が出て、その代わり手元の口から空気が入ります。そのときパイプの蛇腹によって中の空気に振動がおきます。何段階の音を鳴らすことができましたか？まわせばまわすほどはらやふしがたくさんできる振動がおきます。（いくつもの倍音があります）

まわすとできる振動の様子。速く回すと下図のようになります。

基本振動（基音一番低い） → ○倍振動（○倍音）



回せば回すほどはらとはらの長さはだんだん（長く・短く）なるので音が（低く・高く）なります。

そのパイプでできる一番低い音を基音（基本振動）といい、パイプの長さははらからはらまでの長さになる。2倍振動は基本振動が2つできる振動のことで、基本振動に比べてはらからはらまでの長さが（倍・同じ・半分）で振動数が（倍・同じ・半分）になるので1オクターブ（高い・低い）音になる。さらに早く回すと基本振動が3つ、4つ・・・できる3倍、4倍・・・振動ができ、さらに（高い・低い）音が出る。

4. 音楽と理科

音の3要素は音の強弱、高低、音色です。音の強弱は（振動数・振幅・波形）の大きさできまり、高低は（振動数・振幅・波形）できまり、音色は（振動数・振幅・波形）で決まります。ハ長調のラ（a）が鳴っているとき1秒間に440回ものが振動しています。音が1オクターブ高くなるとき振動数が倍になっています。

参考HP： 楽器解体全書（ヤマハ） <http://www2.yamaha.co.jp/u/naruhodo/index.html>

沖研ふしぎビデオ鍵盤ハーモニカ <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/inada/video/video.htm>

沖研物理のトリビア <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/trivia/index.html>

(3) 中学校「身近な楽器のしくみを知ろう」生徒用プリント
音の学習 1－身近な楽器のしくみを知ろう－ 学年()名前()

§ 1. 鍵盤ハーモニカはどうして鳴るの？

準備するもの：鍵盤ハーモニカ 1 台、ドライバ (大・小 1 本ずつ)、ピンセット 1 個、ストロー (細) 1 本、ハーモニカ 1 本、はさみ 1 本、ビニールテープ、ものさし 1 本

<予想してみよう> 鍵盤ハーモニカの鳴る原理を予想しよう。

必ず実験を始める前に書くこと。

自分の考え (絵も描いて)

<やってみよう>

⑦ 鍵盤ハーモニカを分解します。

ねじをはずすだけで分解できます。(太いドライバを使用)

ねじをなくさないように注意すること。

ねじ山をつぶさないこと。(ねじ穴にあったドライバをねじ穴にしっかりさして押しながら回す。)

分解する順序を覚えておくこと。(終わったら元の状態に戻します。)

⑧ ピンセットでリードをはじいて鳴らします。

ドレミファソラシドを鳴らしてみます。

全音：ドとレ、レとミ、ファとソ、ソとラ、ラとシ

半音：ミとファ、シとド

⑨ ストロー (細) で吹いてリードを振動させます。

鍵盤を押さえずリードを吹いてみます。次にリードに対応する鍵盤を押さえた状態で吹いてみます。

⑩ 鍵盤ハーモニカが鳴る原理がわかったら裏の「まとめておこう」欄にまとめます。

⑪ 次のハーモニカの学習が終わったら鍵盤ハーモニカをもとの状態に戻します。元通りしたら一度演奏して異常がないか確認すること。

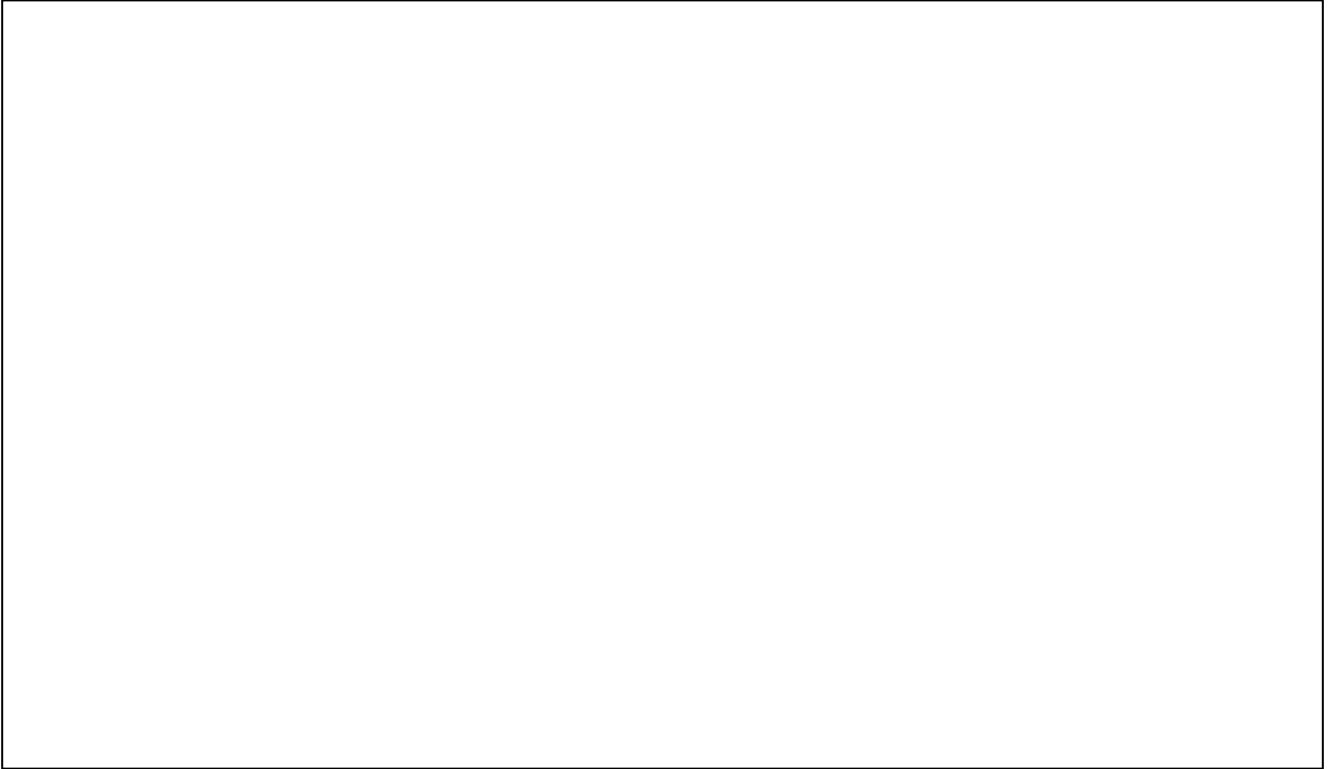
<まとめておこう>やったこととその結果、どうして鳴るかが分かったらまとめを書きます。空気の流れとリード、鍵盤の役割を確認すること。

今度はハーモニカについて調べます。

<予想してみよう>ハーモニカは鍵盤ハーモニカとどこが違うのだろうか？どうなっているのだろうか？

<やってみよう>

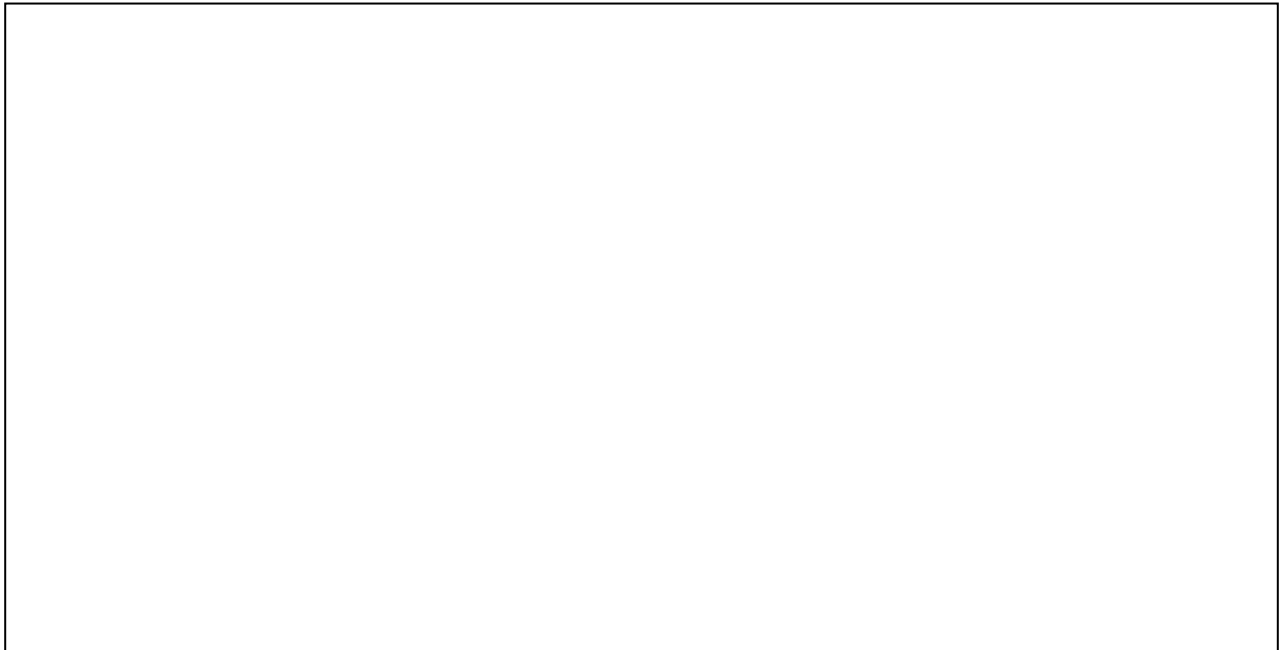
鍵盤ハーモニカと同じようにハーモニカを分解して違いを見よう。わかったことをまとめます。



<まとめよう>リードの長さを見よう。どんな関係になっていたかまとめておこう。



<やってみよう>ハーモニカのリードの先に黒い小さなビニールテープを貼ります。テープが大きすぎてリードからはみ出さないこと。(振るえなくなります) その状態でならしてみます。テープをつけていないときと比べてどうなったでしょう？



<まとめよう>もう一度鍵盤ハーモニカのリードを見てみよう。高い音階のリードと低い音階のリードで違いがあるのがわかったかな？そしてどうそうになっているかも考えてみよう。



参考HP： 楽器解体全書（ヤマハ） <http://www2.yamaha.co.jp/u/naruhodo/index.html>

沖研ふしぎビデオ鍵盤ハーモニカ <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/inada/video/video.htm>

§ 2. ストロー楽器を作ろう

準備するもの：ストロー6mmφ数本、5mmφ1本、はさみ1個、透明風船1個、セロテープ1個

④ ストロー笛を作ります

ストローの片方の端を数cm平たくつぶしてから両角を2カ所切ります。

(切る長さがあまり少ないとうまく鳴りません。1cm以上は切りましょう。)

<予想してみよう> どうして鳴るのでしょうか？

どちらから吹いたら鳴るか予想します。(吹いてみる前にどちらかにチェックをつけてください)

はさみで切った方 はさみで切っていない方

ストロー笛の鳴る原理を、予想してみよう。必ず実験する前に書くこと

自分の考え(絵も描いて)

<やってみよう>

①口にくわえて鳴らしてみます。どちらから吹いたら鳴ったでしょう

はさみで切った方 はさみで切っていない方

②ストローの先(はさみで切った方)に赤マジックで色を塗ります。透明風船にストロー笛をつけてセロテープで止めます。

<予想してみよう>どっちに風船をつければいいでしょう？

はさみで切った方 はさみで切っていない方

④風船に空気を入れます。風船の口を押さえながら空気を抜くとストロー笛が鳴ります。揺れている様子も見えます。風船を膨らますのが苦手な人は風船を伸ばして柔らかくしておきます。

どっちに風船をつければよかったですでしょう？

はさみで切った方 はさみで切っていない方

⑤もう一度空気を入れて鳴らしながらストローをはさみで切って短くしていきます。

<予想してみよう>音はどんな風にかわるでしょう？

()

実際にやってみてどうなったかを書きます。

()

③吸って鳴らしてみよう。

どちらから吸ったら鳴ったでしょう ()

ストロー笛の応用でストロー楽器を作ろう（時間が足りなくなれば省略）

（1）ストロートロンボーン

6mm φ のストローでストロー笛を作ります。5mm φ のストローに差し込んで 6mm φ のほうから吹けば完成。長くしたり短くしたりして音が変わる様子を理解しよう。

わかったこと

（2）ストローリコーダ

6mm φ のストローでストロー笛を作ります。ストローの途中に穴をあけます。穴をあけたりふさいだりしながら音階を出します。

わかったこと

（3）ストロートランペット

6mm φ のストロー笛を作ります。画用紙でラッパの先（ベル）を作ります。数 cm に切った 5mm φ のストローの先にベルを付けます。ベルを付けたものと付けていないものを比較します。

わかったこと

参考HP 沖研ふしぎビデオストロー笛

<http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/inada/video/otokiri.htm>

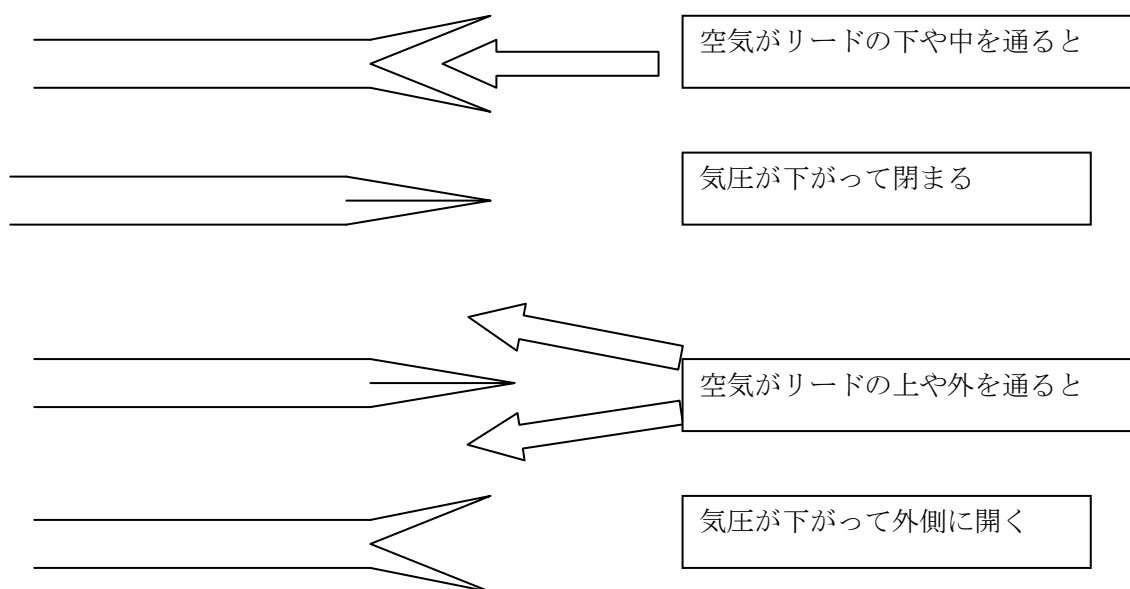
<まとめの学習>

1. ものがふるえるー振動ー

(かっこの中は選択問題です。正しいものに○をします)

(1) 音はものがふるえる(振動する)ことで発生します。鍵盤ハーモニカ(ハーモニカ)やストロー笛では弁のようなものが振動して音が鳴っています。この部分をリードと言います。鍵盤ハーモニカはこのリードが一枚でシングルリードといい、このような楽器の代表にはクラリネットがあります。ストロー笛はリードが2枚でダブルリードといい、このような楽器の代表にはオーボエがあります。

リードを振動させるにはこの上側や下側を空気が流れることで気圧が下がりリードが動き、それが交互におきることでこの部分が振動します。だからストロー笛は必ず(切った方・切っていない方)から空吹くのです。ハーモニカが吹いたり吸ったりして音が出るのはリードが交互に反対向きについているからです。吹く音はリードの(手前・奥)が振動するようになっており、逆に吸う音はリードの(手前・奥)が振動するようになっています。もしストロー笛の切っていない方を使うとすれば(吹く・吸う)のではなく(吹けば・吸えば)いいのです。



(2) 振動の回数

速く振動するのとゆっくり振動するのでは鳴る音の(高さ・大きさ・音色)が違います。1秒間におきる振動の繰り返しの回数を(振動数・振幅)と言います。高い音は(振動数・振幅)が(大きく・小さく)、低い音は(振動数・振幅)が(大きく・小さく)になります。

(3) リードの長さや重さ

リードが長いと振動数は(大きく・小さく)、(高い音・低い音)になり、リードが短いと振動数は(大きく・小さく)、(高い音・低い音)になります。これはおもりをつり下げた振り子を振ると長い糸のほうがゆっくり、短い糸のほうが速く振動するのと似ています。だからハーモニカや鍵盤ハーモニカは高い音のほうがリードが(短く・長く)なっていたのです。

さらにテープをつけるとリードの先が重くなります。重いバネと軽いバネでは重いバネのほうがゆっくり振動します。これと同じようにリードもテープを貼ると振動数が小さくゆっくりした振動になり、そのため低い音になります。

音の学習 2 – 身近な楽器のしくみを知ろう – 学年()名前()

§ 3. 前回の復習 かつこの中に適当な言葉を入れてください。

音はものが (①) ことで発生します。鍵盤ハーモニカ (ハーモニカ) やストロー笛では弁のようなものが (①) して音が鳴っています。この部分をリードと言います。鍵盤ハーモニカはこのリードが一枚でシングルリードといい、このような楽器の代表にはクラリネットがあります。ストロー笛はリードが2枚でダブルリードといい、このような楽器の代表にはオーボエがあります。

速く振動するのとゆっくり振動するのでは鳴る音の (②) が違います。1秒間におきる振動の繰り返しの回数を (③) と言います。高い音は (③) が (大きく・小さく)、低い音は (③) が (大きく・小さく) になります。

リードが長いと (③) は (大きく・小さく)、(高い音・低い音) になり、リードが短いと振動数は (大きく・小さく)、(高い音・低い音) になります。これはおもりをつり下げた振り子を振ると長い糸のほうゆっくり、短い糸のほう速く振動するのと似ています。だからハーモニカや鍵盤ハーモニカは高い音のほうリードが (短く・長く) なっていたのです。

§ 4. 鳴ったあとのようす

音が聞こえるまでの流れ

音が鳴る (発生する) → 音が () → 音が聞こえる
ものが () () が () 鼓膜が ()



「音の ()」と言います。日常的にはこの「音の ()」を総称して「音」と言います。

音の波のようすをアニメで見てまとめます。

ポイント：①波とは伝えるもの (空気) の振動が押し合っつぎつぎ伝わっていくこと。

②振動するものは伝わる方向に動いていかない。

③振動する向きと伝わる向きをよく観察する

音が響く (共鳴する)

波として伝わる時、端があって波が跳ね返ってきたらどうなるだろう？

行く波と戻る波が重なったらどうなるだろう。そのようすをアニメで見ます。

ポイント：①一般的には行く波と戻る波が繰り返すと波は消えてしまう。

②ある条件のとき行く波と戻る波が繰り返しても波は消えずに残る→音が響く

○響く楽器

音の発生・・・ものが振動する → 筒や箱の中の空気が振動する（共鳴する）・・・響く

例：音叉

ストロー笛はリードが振動して音が鳴るがその先のストローの中の空気も振動する

→ リードの長さを変えなくてもストローを切っていくと空気の振動の様子が

変わるので音が変わる・・・クラリネットやオーボエのリードと管と同じ

木琴や鉄琴は音板が振動して音が出る → 下の共鳴管の中の空気が響く

→ 共鳴管をつけたときとはずしたときで音が変わる

リコーダはものの振動なしに息を吹き込むと中の空気が振動する・・・筒を鳴らすのと同じ

§ 5. 筒を鳴らそう

準備するもの：筒 4 本（太細長短各 1 本）、輪ゴム、（ストロー、セロテープ）

予想してみよう

長さの違う 2 本の筒をいろいろな方法で鳴らしてみます。どちらが音は高いでしょう？

長さの違う筒： 長い方が高い 短い方が高い どちらも同じ

同じ長さの筒を、底を閉じたときと開いたときで鳴らしてみます。どちらが音は高いでしょう？

底が閉じた筒と開いた筒： 開いているほうが高い 閉じている方が高い どちらも同じ

やってみよう

鳴らす方法

1) 筒の一端をたたいてみます。

2) 細い筒の片方の口から吹いてみてそれぞれについて試してみよう。口を直接つけて吹くのが難しい人はストローを使って吹きます。

3) 輪ゴム 2 重にして筒の一端にかけて引っ張ってはじきます。（「横にはじく」より「外に引っ張る」ほうがいい音がでます。）

① 底を開いたときと底を閉じたとき（長い筒、短い筒両方やってみる）

どちらが高かったでしょう開いているほうが高い 閉じている方が高い どちらも同じ

② 長さの違う筒を鳴らします。（底を開けたときと閉じたとき両方やってみる）

どちらが高かったでしょう長い方が高い 短い方が高い どちらも同じ

音が鳴る → 何かが振動している → 何がゆれているのでしょうか？

鍵盤ハーモニカやハーモニカの場合（)

ストロー笛の場合（)

筒に輪ゴムをかけてはじいた場合（)

筒を吹いた場合（)

リコーダの場合（)

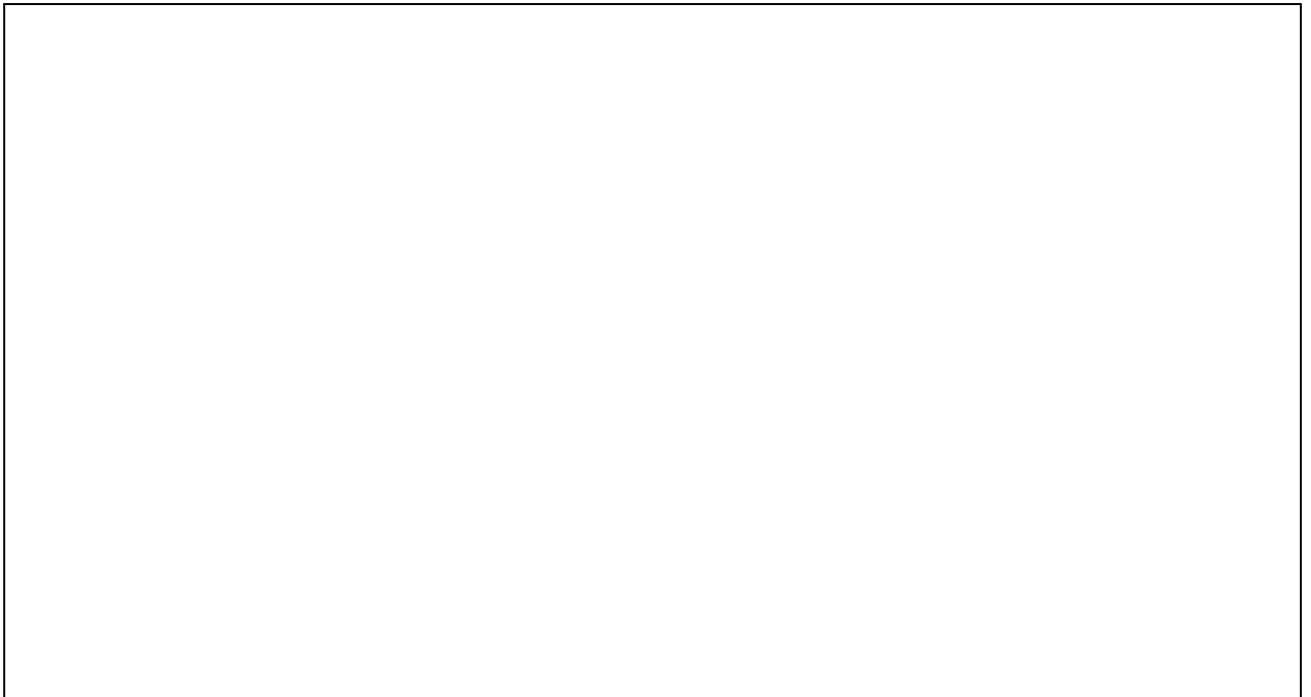
まとめておこう



§ 6. 木琴の音階と共鳴管の長さをはかろう（グループごとに行う）

準備するもの：木琴、巻尺、塩ビパイプ

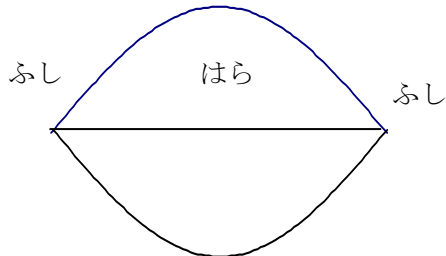
○底の開いた長さの違う塩ビパイプがある。それぞれどの音に対応するかを聞き分けて調べる。その音の音階と塩ビパイプの長さを記録する。



まとめその1

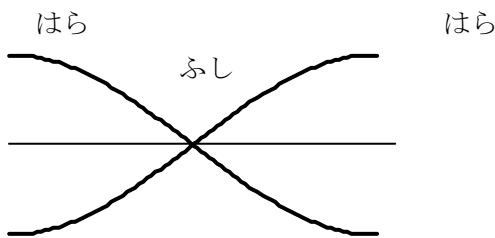
弦や、筒の中の空気が振動するとき、よく揺れる部分（はら）とゆれない部分（ふし）ができます。

①両方が閉じているときの様子（例：ギターのコブ） **真ん中が一番よく揺れ、両端は揺れない。**



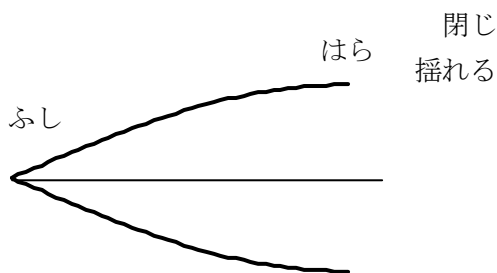
弦の長さ=ふしからふしまでの長さ

②両方が開いているときの様子（例 底の空いている筒） **両側の口の空気が一番よく揺れる**



筒の長さL=はらからはらまでの長さ
つまり
はらからはらの長さはLになる

③片方が閉じていて片方が開いているときの様子（例 底が閉じている筒）



筒の長さL=ふしからはらまでの長さ
つまり
はらからはらまでの長さは2Lになる

<振動の様子と音の高さのまとめ> () の正しいほうに○をつける

「ふしからふしまで」の長さ「はらからはらまで」の長さは等しくこれが短いほど音は高くなります。

だから両方が開いている筒の場合長い筒と短い筒では**（長い・短い）**筒のほうが音は高い。また長さが同じ場合、両方が開いている筒は「はらからはらまで」が筒**（と同じ長さ・の半分の長さ・の倍の長さ）**になる。一方、片方が閉じている筒は「はらからふしまで」が筒**（と同じ長さ・の半分の長さ・の倍の長さ）**なので「はらからはらまで」は筒**（と同じ長さ・の半分の長さ・の倍の長さ）**になる。つまり片方を閉じると筒が**（倍・半分）**の長さになったことと同じなので両方が開いているときより**（高い・低い）**音になるのです。

木琴や鉄琴の下についているパイプは底が閉じているので中の空気は③のような振動をしています。低い音ほどパイプの底までの長さは**（長く・短く）**、高い音ほど**（長い・短い）**のです。

共鳴管がアーチ上になっていて低い音も高い音も長くなっているものがありますが、あれは見かけ上そうしているだけで筒の底はちゃんと高い方では短くなっています。

まとめ 音階と振動数

<可聴音>

人が感覚で音として聞こえる振動数は20~20000Hzと言われる。(可聴振動数)これ以上を超音波と呼ぶ。一般に母音が数百Hzで子音が数千Hz。

<音階と振動数>

音の高低は振動数の大小で決まる。高い音ほど振動数が大きい。

ハ調のラは440Hzであり、1オクターブ高いラは880Hz。

音階の決め方

○12音平均律

1オクターブで振動数が倍になる。1オクターブの中には半音が12ある。

半音上がるごとに $2^{1/12}$ (2の12乗根 これを12回かけると2になる)だけ振動数が大きくなる。

ド→レ、レ→ミ、ファ→ソ、ソ→ラ、ラ→シ

全音 $2^{1/6}$ (2の6乗根 これを6回かけると2になる)ずつ上がる

ミ→ファ、シ→ド 半音 $2^{1/12}$ ずつ上がる

音階	ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	ド
振動数(Hz)	262	294	330	349	392	440	494	523

○自然純正律

それぞれの比を簡単な整数比にして決める 完全5度度1.5倍

音階	ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	ド
振動数比	1	9/8	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8	2
振動数(Hz)	264	297	330	352	396	440	495	528

<和音がきれいに聞こえるわけ>

和音はどうしてきれいに聞こえるの?振動数の比を出してみよう

ドミソ (): (): ()

ファラド (): (): ()

シレソ (): (): ()

<筒の長さはこうして決まる>

気温25°C 音速346m/s (331+0.6×温度) 開口端補正0.5cm(半径の0.6倍程度)とする

公式(高校で習います) 音の速さ=波長×振動数 波長:はらからはらまでの2倍

ド 346=波長*528 波長=64.4 半波長32.2 開端=32.2*1=31.2 閉端=16.1*0.5=15.6cm

直径20mmの筒の場合

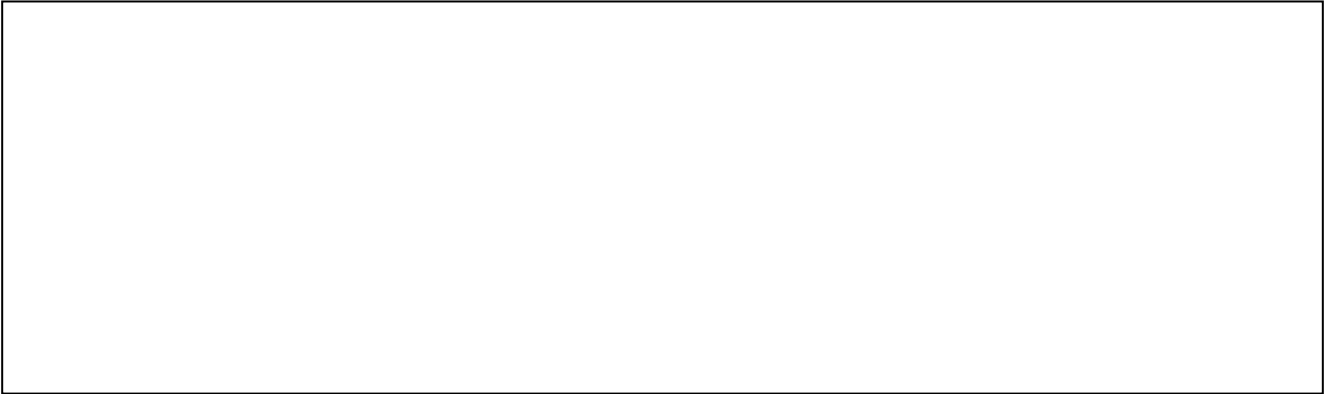
	振動数	波長	半波長	開端の 筒の長さ	1/4波長	閉端の 筒の長さ
ソ	792	43.7	21.8	20.8	10.9	10.4
ラ	880	39.3	19.7	18.7	9.8	9.3
シ	990	34.9	17.5	16.5	8.7	8.2
ド	1056	32.8	16.4	15.4	8.2	7.7
レ	1188	29.1	14.6	13.6	7.3	6.8
ミ	1320	26.2	13.1	12.1	6.6	6.1

ファ	1408	24.6	12.3	11.3	6.1	5.6
ソ	1584	21.8	10.9	9.9	5.5	5.0

メロディパイプで遊ぼう

何段階の音を鳴らすことができましたか？まわせばまわすほどはらやふしがたくさんできる振動がおきます。はらとはらの長さはだんだん短くなるので音が高くなります。

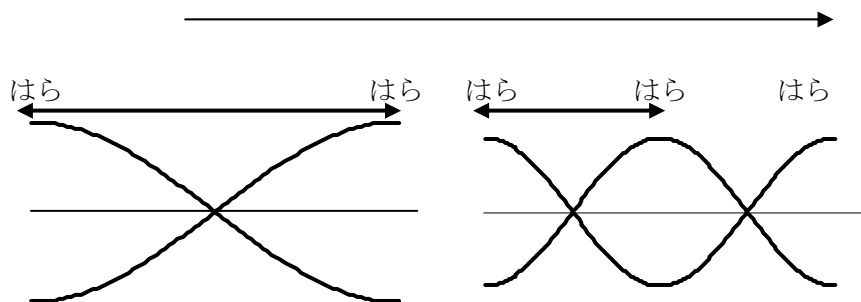
まとめておこう やったことをまとめておきます。



メロディパイプの原理

何段階の音を鳴らすことができましたか？まわせばまわすほどはらやふしがたくさんできる振動がおきます。倍音といいます。

まわすとできる振動の様子。速く回すと下図のようになります。



回せば回すほどはらとはらの長さはだんだん（長く・短く）なるので音が（低く・高く）なります。

参考HP： 楽器解体全書（ヤマハ） <http://www2.yamaha.co.jp/u/naruhodo/index.html>

沖研ふしぎビデオ鍵盤ハーモニカ <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/inada/video/video.htm>

沖研ふしぎビデオストロー笛 <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/inada/video/otokiri.htm>

ふしぎビデオ音叉の共鳴箱 <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/inada/video/onsa.htm>

ふしぎビデオコップに水を注ぐ <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/inada/video/sosogu.htm>

ティンパニーはどこをたたく？

物理のトリビア ティンパニー <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/trivia/thinpany.htm>

声の出るしくみ

①声帯が震える②のどという気柱が共鳴することで声が出る

物理のトリビアセミがヘリウムガスを吸 <http://natsci.kyokyo-u.ac.jp/~okihana/trivia/semi.html>

参考：沖電気 声の種類と発生のしくみ <http://www.oki.com/jp/RDG/JIS/oto/speech/>

§ 6. 終わりに

現在の学校教育の大きな課題の1つに、児童生徒の（学校で得た）知識の応用力・適用力の不足が挙げられる。また各種調査でも理科は、児童生徒にとって「もっとも社会や生活の役に立たない教科」であると思われている。本プロジェクトを通して「音楽」には多くの「理科」が含まれていることがわかった。同時に学校教育ではいずれの教科においてもそれらがうまく活用されていないこともわかった。

本研究では主として小中学校で学ぶ音楽学習と有機的に関係付けられた理科教材や学習カリキュラムを開発した。実際に小学校で扱う鍵盤ハーモニカのしくみ、リードの振動が見えるストロー風船、木琴の共鳴パイプ、ティンパニーや太鼓の皮の振動等、学習教材とその学習の流れを作製し授業やHP教材として実践活用した。実践学習を受講した学校教員をめざす大学生も中学生もともに同じような驚きの感想があったことは、このような学習がこれまでの学校教育にはない新鮮さと身近さがあったからだと感じている。

受講生のアンケートや感想からもこの研究が理科を役に立つ教科として実感し興味関心や理解の向上に有効であると同時に音楽学習の中にも考える視点を持たせることができたと評価できる。

京都教育大学附属桃山中学校 MET の授業実践では同校音楽教諭の藤原みつる先生と MET を受講された2年生および3年生のみなさんに大変お世話になりました。京都教育大学附属京都中学校サイエンスの授業実践では同校理科教諭池本博之先生およびサイエンス受講の2年生及び3年生の皆さんに大変お世話になりました。京都教育大学附属桃山中学校理科の授業では同校理科教諭前園律子先生、正田勇先生及び1年生全員のみなさんに大変お世話になりました。また京都教育大学小学校教科内容論理科の授業実践では TA として協力いただいた理科教育専攻沖花研究室4回生のみなさんに感謝します。最後にこのプロジェクトの発案からさまざまな教材の開発と試行ならびに楽器の演奏やビデオ撮影にいたるまで多くのご協力をいただいた高木亜里子氏に厚く感謝します。

平成 19-20 年度科学研究費補助金 課題番号 19530808