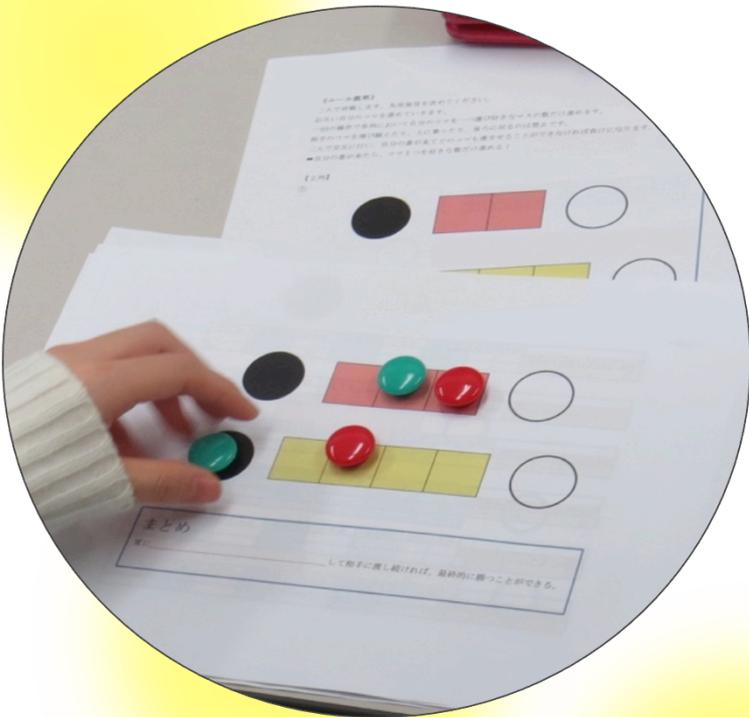


National Institution For Youth Education
独立行政法人 国立青少年教育振興機構
「子どもゆめ基金助成活動」

数学と理科の体験工房 2015



ご挨拶

現在の日本は経済と教育で混迷を深め、日本として未来が見えず日本人としての自信を失っているのが現状である。このような時期には、将来の日本を背負う子ども達に夢を与え、子ども達が自信を持って、将来の確実に来るであろう幾多の困難に立ち向かって行ける足腰の強い子ども達に育てていくことが、現在の大人の教育者たちの責務と考える。

このような取り組みとしてどのようなものがあるかということで、次の三つのポイントから考えてみたい。一つ目は、子供達の理科離れが叫ばれて久しいこと、二つ目は大学生の学力低下が叫ばれて久しいこと、三つ目は団塊の世代が徐々に現役から引退しつつあること。戦後すぐの物資の不足する日本を復興するにあたって、資源もない日本において、日本人という人的資本しか頼れるものはなくなり、教育に力を入れ教育レベルを上げることにより、高等教育を受けた理系の人材を多数生み出し、この人的パワーによって素晴らしい工業製品を多数生み出すことができ、社会全体を豊かにすることができ、また結果として世界第2位の経済大国になった。これらの教育レベルの向上、経済発展を背負っていたのは今の団塊の世代である。過去の右肩上がりの日本の成長時期の日本人の自信を身につけていった経験と、将来の明るい未来への希望の体験を今の子ども達にぜひ伝えていただきたい。

そのためのプロジェクトの一つとして、子ども達が将来の進路を決める最初の時期にあたる中学生を対象に、理科や数学の楽しさを伝えて、将来理系の高等教育機関に進む動機付けを与えることを目標とした取り組みを、以前から考えていたところであった。

このたび子どもゆめ基金から援助を頂けることになり、子ども達が実験や実習を通して数学や理科の楽しさを体験するプロジェクトが実現したことに関して、子どもゆめ基金に感謝したい。このプロジェクトにより将来理系に進む子ども達が少しでも増えることを期待している。このプロジェクトが及ばずながら子ども達が自信と夢を持って将来に立ち向かう一助となれば、教育者として嬉しい限りである。

また、今回行った企画の手法は、理系の女子大学生から中学生が興味を持ちそうなテーマで実験や実習を通して理科や数学の面白さを伝えてもらうことであった。これは、次のような利点があるのではないかと考えた次第である。まず第一に、大学生の学習の動機付けになること。次に、教えることは教わることより何倍もの知識が必要なので、大学生の知識が深まること。そして、教えることで大学生のプレゼンテーション能力の向上だけでなく、教える楽しさも味わえるということである。また、研究職や教育職を目指す理系の女子の大学生の人材の養成という利点もあると考えている。

今後またこのような機会があれば、引き続きこのような企画を続けて、自信と夢を持った子ども達を一人でも多く育てていく手助けをしていきたい。

平成27年12月20日
数物体験工房実行委員会 代表 山中聡恵
副代表 重本和泰

「数学と理科の体験工房 2015」

理系科目への興味・関心を高めるとともに、受験対策ではない科学を体感させることを目的に行う活動である。この活動を通して子どもたちには理科と数学の密接な関係を感じさせたい。協力してもらえる大学生を募り、大学生が主として参加者へ実験や授業を行う。それによって、参加者は親しみを持って学習に取り組むことが出来、学習の意欲や理解の向上が期待できる。また大学生にとっても、教材研究を通して、研究する姿勢を育むことが出来る。

開催日 2015年12月20日（日） 10:00～15:30 **奈良女子大学にて**

対象 中学校1年生～3年生 20人程度

参加費 100円（保険代として）

内容

- ・動く粒の話（原子の存在を体感しよう）
- ・音を「見る」、音を「測る」
- ・ボードゲームの数理

後援 奈良市教育委員会・奈良女子大学

協賛 奈良女子大学理学部 自然科学考房

主催 数物体験工房実行委員会

代表 山中 聡恵（奈良女子大学）

副代表 重本 和泰（元・帝塚山大学）

委員 上江洲 達也（奈良女子大学）

委員 柳沢 卓（奈良女子大学）

委員 仲島 浩紀（帝塚山中学校・高等学校）

外部指導者

横山 紗依（奈良女子大学大学院人間文化研究科博士前期課程）

後藤田 洋介（奈良教育大学大学院教育学研究科修士課程）

外部スタッフ（授業担当）

足立 梢（奈良女子大学理学部数物科学科1回生）

片岡 陽子（奈良女子大学理学部数物科学科1回生）

近藤 萌香（奈良女子大学理学部数物科学科1回生）

汐崎 啓子（奈良女子大学理学部数物科学科1回生）

森繁 緑（奈良女子大学理学部数物科学科1回生）

井波 はるな（奈良女子大学理学部数物科学科数学コース2回生）

我如古 真夕（奈良女子大学理学部数物科学科数学コース2回生）

鷺坂 奏絵（奈良女子大学理学部数物科学科物理コース2回生）

市江 優衣（奈良女子大学理学部数物科学科連携コース2回生）

枝光 有実（奈良女子大学理学部数物科学科連携コース2回生）

鈴木 ひかる（奈良女子大学理学部数物科学科連携コース2回生）

外部スタッフ（イラスト担当）

伊東 綾香（奈良女子大学理学部科学生命環境学科1回生）

この活動は「子どもゆめ基金」（独立行政法人国立青少年教育振興機構）の助成を受けて行いました。

活動記録

チラシ・ポスターを作成し、下記中学校に配布・掲示をお願いしました。
ご協力に感謝いたします。(五十音順・敬称略)

- ・帝塚山中学校
- ・奈良育英中学校
- ・奈良教育大学附属中学校
- ・奈良女子大学附属中等教育学校
- ・奈良市立飛鳥中学校
- ・奈良市立春日中学校
- ・奈良市立三笠中学校
- ・奈良市立若草中学校

また、奈良市生涯学習センターにご協力いただき、奈良市内の公民館24ヶ所にもチラシの設置とポスター掲示をお願いすることが出来ました。誠に感謝いたします。

奈良女子大学には大学内への掲示や会場の提供だけでなく、HPやFacebook、twitter等を通して広報活動にご協力いただきました。ありがとうございました。

申込者 21名

生駒市立上中学校	1名
関西創価中学校	1名
帝塚山中学校	7名
同志社国際中学校	1名
奈良教育大学附属中学校	3名
奈良女子大学附属中等教育学校	4名
奈良市立飛鳥中学校	1名
奈良市立三笠中学校	2名
奈良市立伏見中学校	1名
(当日欠席3名)	
(当日同伴者5名)	

数学と理科の体験工房2015

平成27年12月20日(日) 10:00~15:00(終了予定)
会場: 奈良女子大学

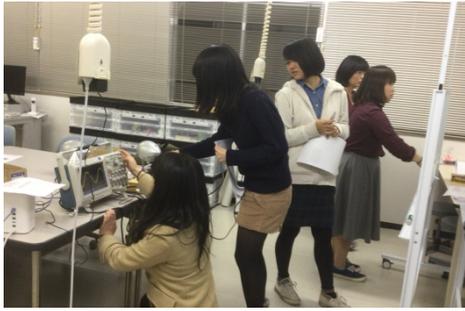
皆さんは数学や理科というのは
“机に向かって受験のために学ぶもの”
というイメージがありませんか？
そんな皆さんに私たちは実際に
見て、触れて、発見して、考える、
そんなイベントを作り上げました！
教室から飛び出して、大学生の研究を
体験してみませんか？
私たちと一緒にチャレンジしましょう！

内容
・動く粒の話(原子の存在を体感しよう)
・音を「見る」、音を「測る」
・ボードゲームの達人

募集対象: 中学1年生~3年生(20名程度) *応募者多数の時は抽選
参加費: 100円(保険代として)
申込方法: 氏名(フリガナ)・住所・中学校名と学年・電話番号をメール
またはFaxにてお送り下さい。
題名は「体験工房応募」とお書き下さい。
yamanaka@cc.nara-wu.ac.jp / 0742-20-3815
申込締切: 12月11日(金) 消印有効
問合せ先: 数物体験工房実行委員会
(奈良市北魚屋東町)
Tel&Fax: 0742-20-3815

[主催]数物体験工房実行委員会
[後援]奈良市教育委員会・奈良女子大学
[協賛]奈良女子大学理学部 自然科学考房

National Institution For Youth Education
独立行政法人 国立青少年教育振興機構
「子どもゆめ基金助成活動」



当日までの準備として、実行委員と外部指導員により、学生スタッフへの内容指導を行いました。そこからは学生スタッフを中心として、中学生にどのように内容を伝えればよいか、試行錯誤していきました。

学生スタッフが集まり、お互いの授業の検討会も行いました。



数学と理科の体験工房2015
参加証

(参加者氏名) 様

この度は「数学と理科の体験工房2015」にご参加いただき、誠にありがとうございます。
当日はぜひ楽しんで、色々な体験をしてくださいね！
大学生一同、皆様と会えるのを楽しみにしています！
(保護者の方の参加も歓迎いたします。)

日時 12月20日(日)
10:00 受付開始
(15:00終了予定)

場所 奈良女子大学
奈良女子大学正門または南門より
校内へお入りいただき、
B棟2階の1206教室へ
お越し下さい。
(右図参照)

持ち物

- 参加証
- 参加費100円(保険料として)
- 筆記用具
- お昼ごはん
(近鉄奈良駅周辺にコンビニもございます。当日、大学食堂はお休みです。)
- 飲み物
(学内に自動販売機もあります。)
- 筆記用具
- 撮影承諾書
(可能な方のみ。保護者のサインを必ず頂いてください。)

連絡先 数物体験工房実行委員会
E-mail: yamanaka@cc.nara-wu.ac.jp
TEL&FAX: 0742-20-3815

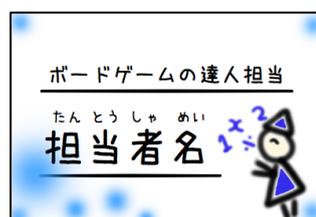
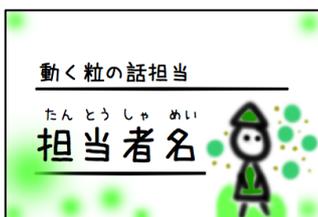
参加者には左の参加証と
撮影許可書を郵送し、
当日保険料とともに
お持ちいただきました。

当日、参加者は3グループ
(A・B・C)に分かれ、
右図のように1ブースずつ
回っていきました。

数学と理科の体験工房2015
本日の予定

	ボードゲームの達人 1107教室	動く粒の話 1207教室	音を「見る」、音を「測る」 1101教室
10:00	受付開始		
10:15	開会式(1206教室)		
10:30	移動・自己紹介		
10:40	A	B	C
11:40	昼休憩(1206教室)・キャンパスツアー		
12:40	C	A	B
13:40	移動		
13:55	B	C	A
14:55	移動		
15:00	閉会式(1206教室)		

下：スタッフ・参加者の名札



水に浮かべた花粉を顕微鏡で見ると、とても小さい粒が動いている様子が見えます。実は花粉以外に、植物の莖や牛乳・チョークの粉・鉄粉等を水と混ぜたものでも、小さい粒が振動している様子が見られます。これは「ブラウン運動」と呼ばれる現象です。ブラウン運動の原因を突き止めることで、「原子」の実在を確認することが出来ます。

「原子」は今までに教科書で学んできたけど、本当に存在するのか？そんな中学生の疑問を解決出来ればと思います。

また、ランダムに見えるこの運動の中に、法則性を見いだすことも出来ます。一定時間ごとの、原点からの移動距離の二乗をグラフに取っていくことで、一次関数が見えてきます。

中1で学んだ数学が、自然界に現れていることに驚きを感じてもらえれば嬉しいです。

指導目標	粒子が動くということを実感し、原子の存在を目で見る。また、時間と距離の二乗が比例することを確認し、科学的事象と数学が関連していることを体感する。		
準備物	顕微鏡、セロテープ、軍手、マジック、OHPシート、グラフ用紙、コンパス、一つ穴スライドグラス、カバーグラス、iPad、PC、顕微鏡用延長コード、プロジェクター、スクリーン、 (*牛乳、絵の具、カイロ、チョークの粉、植物、蛍光ペン)		
場所	B1207		
指導対象	中学1～3年生(6～7人)		
指導内容の概要 及び指導時間	60分の内初めの15分を導入とし、残り45分で具体的に活動する。		
展開案	学習活動	指導	利用ツール
導入(15分)	ブラウン運動の発見とその原因の追及を科学史から知る	講義型の学習を行う	PC プロジェクター
2、3人一組で3つのグループになり、ブラウン運動を顕微鏡で見ると (15分)	一人一つ好きな題材(*)を用いてプレバートの作成を行う。(既灌事項として詳しくは説明しない) 交換等して一人一つ以上観察を行う。	生徒は顕微鏡の基本動作を確認し、実際のピント合わせには大学生が補助に入る。 顕微鏡のピントは、大学生があらかじめ合わせておく。	顕微鏡 (* 一つ穴スライドグラス カバーグラス
プロットを取り、原点からの移動距離の二乗を求めると (20分)	各個人でiPadを用いて事前に録画されたデータの粒子の位置を十秒毎にOHPシートに記録する。 iPadのアプリ「Numbers」を用いて最初の点からの移動距離の二乗を計算する。	・大学生一人につき二人程度の生徒を担当する。 ・iPadの誤作動を防ぐために、軍手を着用する。 ・Numbersの使い方。 ・事前準備として、xを入力すると隣のセルに x^2 が表示されるよう、Numbersの設定をしておく。	セロテープ 軍手 マジック OHPシート グラフ用紙 コンパス iPad
全員の平均の移動距離の二乗を前でプロットし、近似直線を引くと (5分)	個人のデータを集計し、プロジェクターで全員のデータの平均をもとにグラフ作成を行う。近似直線を引く。		iPad PC プロジェクター スクリーン
まとめ(5分)		・粒子はブラウン運動をする。 ・小さな粒子でないとブラウン運動をしない。 ・自然界の現象を数式で表せる(規則性がある)。	

当日の様子



後藤田です。
よく、後藤か藤田
どっちかにしろって
いわれるんです～

まずは自己紹介！



今日は来てくれて
ありがとう
よろしくね 🍷



ブラウン運動の観察



ブラウン運動を顕微鏡で見るには、一から始めるとピント合わせにとっても時間がかかります。そこで、大学生が事前にピントを調整しておき、中学生はプレパラートをそのまま置くことにしました。

また、一つ穴スライドグラスを用いると深さが出るので、ピント合わせの際に時間短縮をすることが出来ました。

これによってスムーズに、中学生はブラウン運動を観察することが出来ました。

ブラウン運動の規則性

ランダムに動く粒子の位置を10秒ごとに1分間プロットしてみます。一方向を決め、粒子が原点からその方向へどれだけ移動しているかを測っていきます。



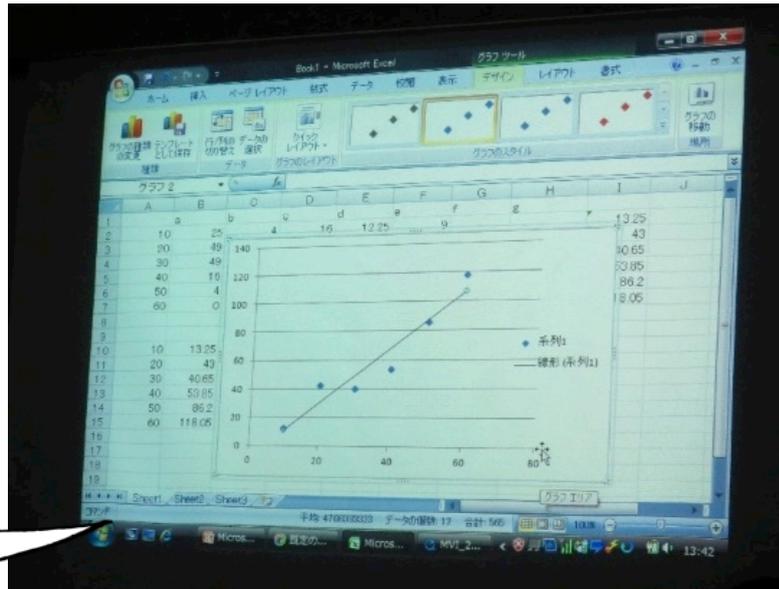
1番の点からの
マス目の数を
この列に入力してってね



粒子の移動距離を測ることは大変でした。

時間の都合上、事前に撮影したラテックスビーズ(直径 $1\mu\text{m}$?)のブラウン運動の動画を用いて測定を行いました。動画が記録されたiPadを中学生一人一人に渡し、それぞれ着目した一つの粒子の位置を記録に残します。途中で粒子を見失わないように、画面上の粒子を見続けることは大変な作業でした。

iPadにOHPシートをかぶせ、10秒ごとに1粒子の動きをマークしていきます。その後、OHPシートをグラフ用紙にかぶせ、原点から移動したマス数を数えていきます。事前に1マスあたりの長さを測っておき、エクセルに計算式を入力しておいたので、中学生はそこにマス数を入力して移動距離を求めることができました。



みんなが測定してくれた
結果の平均 $\langle x^2 \rangle$ をと
ると.....

時間 t を横軸に、中学生一人一人が求めた移動距離の二乗を平均した数値 $\langle x^2 \rangle$ を縦軸に取り、グラフを作成し、近似直線を引きました。



本当に $\langle x^2 \rangle = At$ が
なりたってる!!!!

まとめ



実験から
 ・粒子が振動していた
 ・粒子は小さいほど良く動いた
 ・有機物、無機物は関係なく動いた
 ということがわかりました。

水の分子が粒子にぶつかって
 粒子は動いている。
 これは水が分子から出来ていると
 いうことを間接的に見ることが出来た
 んだと、中学生に学んでもらいました。



活動記録 音を「見る」、音を「測る」

音が波で出来ているということは、教科書にも載っている、よく知られた事柄です。音の高低や大小と音の波形との関係は、中学校でも簡単な実験を行っているところもあるでしょう。

一方で、高校生になると三角関数を学び、正弦や余弦のグラフを書いたり、三角関数の合成公式を使って計算を行ったりします。

この二つは、実は「うなり」を考えることで繋がりをもちます。

デジタルオシロスコープを用いると、音波を実際に見ることが出来、またその波を数字データで得ることが出来ます。これによって正弦波と振動数の関係や、周期の異なる波の合成と音の関係を実際に感じ取ること、音を出してグラフを作り、そのデータから周期や振動数を求めることをしようと思います。三角関数の学習で、苦手意識を持たない子どもが少しでも減りますように！

指導目標	実験を通して、音のしくみや波の特徴に興味を持ってもらおうと同時に、音に関する基礎知識を学んでもらう。		
準備物	デジタルオシロスコープ、スピーカー、アンプ、ルーター、PC、マイク、マイクアンプ、おんさ2つ、ワークシート、iPad、ホワイトボード		
場所	B1101		
指導対象	中学 1～3 年生 (6～7 人)		
指導内容の概要 及び指導時間	導入 5 分 実験等の活動 50 分 まとめ 5 分		
展開案	学習活動	指導	利用ツール
導入 (5 分)	<ul style="list-style-type: none"> ・振動数の違う2つのおんさ(おんさ 1, 2)の音を聞き比べる ・うなりを聞く ・音とは何か考えてもらう 		おんさ
実験 1 (15 分)	<ul style="list-style-type: none"> ・オシロスコープを使って音を見る ・音の高低、大小によって波形が変わることを見る ・おんさ1, 2とうなりの波形をPCに取り込む 	<ul style="list-style-type: none"> ・マイクをまわして声を入れる ・おんさ1, 2をならしてデータを取らせる。このとき、うなりのデータも取らせておく。 	デジタルオシロスコープ マイク PC おんさ
解説 1 (5 分)	波の性質の公式($f=1/T$)を導く	ワークシートに記入してもらう	ワークシート
計算 1 (10 分)	おんさ1, 2の周期を読み取り、振動数を求める	2人一組になり、1人は波形を、もう1人は数値データをiPadに表示させる。 おんさ1は事前にとったデータを利用して、計算方法を説明しながら一緒に求める。	iPad おんさ1のデータ
解説 2 (10 分)	うなりの仕組みを解説	1山がうなりの1周期であることを確認させる	iPad
計算 2 (10 分)	うなりの周期から振動数を計算によって求める	おんさの時と同様に2人一組になり、iPadを使用してデータを読み取り計算してもらう	iPad
まとめ (5 分)	振り返り、まとめ		

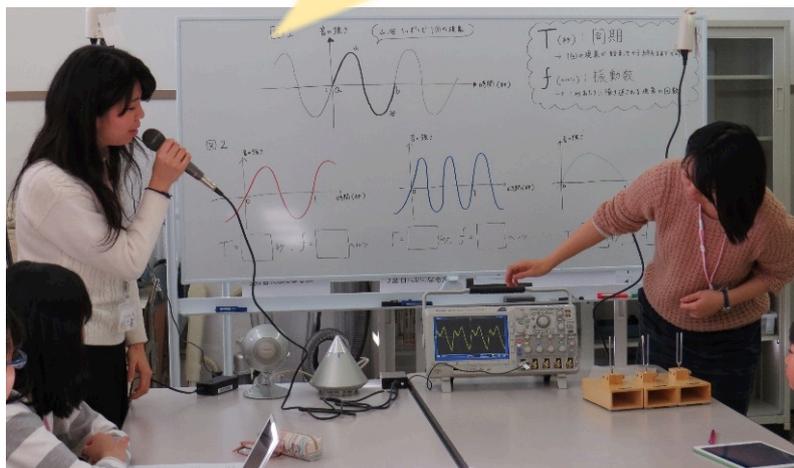
当日の様子



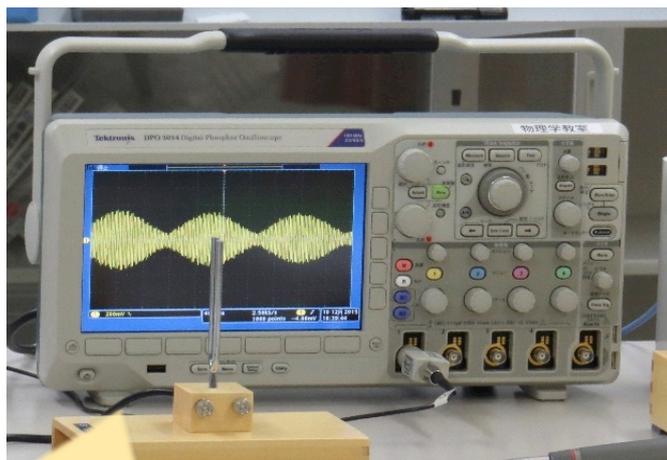
おんさを鳴らしてみますね

振動数の異なるおんさ（おんさ1、2）を別々に鳴らしても、あまり違いがわかりません。しかし同時にならすと「うわんうわん」と聞こえます。これを実際にデジタルオシロスコープで見えます。

音が高くなるとどうなるでしょう？



音って何だと思いませんか？
実は波なんです！



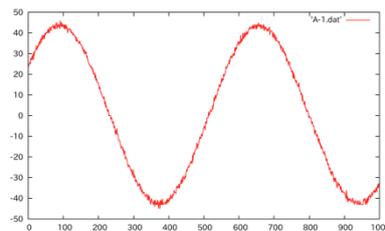
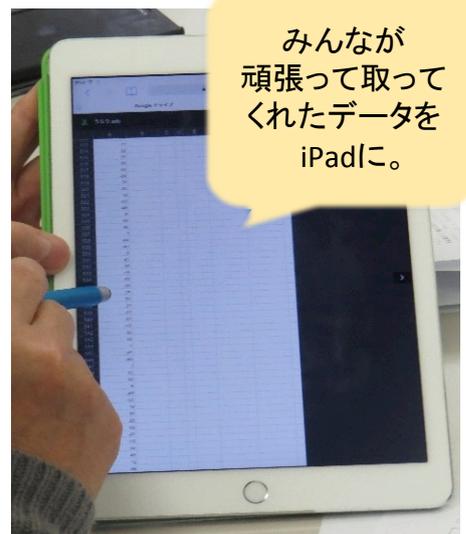
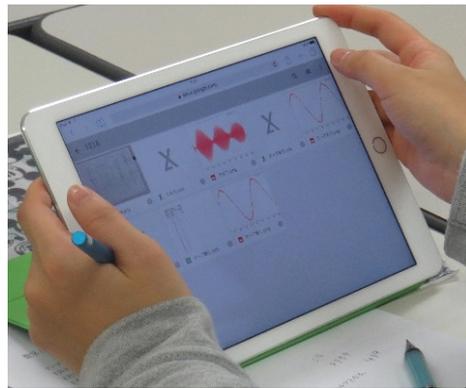
きれいなうなりの波が見れました！

デジタルオシロスコープで見たい音波を見ることは、大変でした。縦軸である電圧の表示幅や、横軸である時間軸の表示幅、雑音を拾わない為のトリガーの位置調整、音波を拾い続けたり必要なところで止めたりする画面の調整、そして、音波をデータとして取り込む為のPC操作等...。それらを全てクリアして、中学生に納得してもらえらるような、綺麗な音波を見ることが出来るようになりました。

活動記録 音を「見る」、音を「測る」

おんさ1、2の音波データと
うなりの音波データを取ります。

周期と振動数が反比例になって
いることを確認した後、二つ
のおんさの振動数を計算で求めて
みます。



波の周期から振動数を求めてみよう！



計算中...



オシロスコープは1台しか使えず、PCも2台しかなかったので、どのようにすれば中学生一人ひとりが授業に参加できるか悩みました。そこで、デジタルオシロスコープからPCへデータを送り、それをクラウドに載せることで、iPadを用いて全員がクラウドからデータを見られるようにしました。

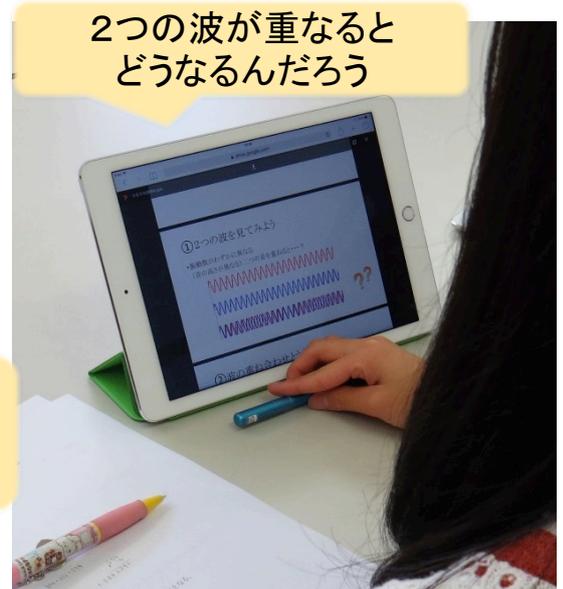
周期もより正確なものを求められるように、二人一組になり、一人のiPadでグラフを、もう一人のiPadでグラフの数値データを見ることにしました。数値が0の点が3つあるはずなので、グラフを見ながらおおよその見当を立てて、1つ目の0から3つ目の0までのマス数を数え、1マスあたりの時間をそれに掛けることで周期を求めることにしました。



うなりについて説明します！

うなりは振動数の異なる音波の合成によってできること、波の合成によって山と山、谷と谷では波は大きくなり、山と谷では波は小さくなることを学習します。

そして、うなりの周期はどの範囲か、おんさ1、2の振動数 $f_1 \cdot f_2$ の差がうなりの周波数 f になっていることを計算から確認します。



2つの波が重なるとどうなるんだろう



$f = f_1 - f_2$
になっているか
確かめてみよう



グラフの合成を中学生に教えなければ、うなりの理由を理解させられません。関数のグラフはあまり多く学んでいない段階ですので、うなりの説明がとても大変でした。パワーポイントで事前にイメージ図を作成しておくことで、少ない時間で何とか中学生にも理解させられたのではないかと思います。

振動数は周期の逆数になっていますが、その計算はなかなか大変なものです。そこで、iPadのアプリ (Calculator) を使って、中学生でも簡単に計算結果を求められるようにしました。

おんさは毎回データを上手く取ることができ、振動数を綺麗に求めることができましたが、うなりは毎回そうなるとは限りませんでした。そこで、上手く取れたデータを先に取り準備しておきました。

今回は二つのボードゲームの必勝法を考えてみます。

一つは「ウールワース」という二人対戦のゲームです。適当な数のマスを一列に並べ、列の片側に自分の駒を、もう片方に相手の駒を列に応じて一つずつ、合計二つずつ並べます。二列のマス数は、必ずしも等しいとは限りません。自分の番が来たら、自分の駒をどちらかを選び、その列上で相手の駒の方へ好きなマス数だけ進めます。列を移動したり、二つの駒を同時に動かしたりしてはいけません。自分の番の時に自分の駒を動かさなくなったら、そこで負けとなります。

もう一つは「ニム」というゲームです。これは「三つ山崩し」とも呼ばれるゲームで、表現方法を変えるとウールワースの三列版と見ることができます。

二列の「ウールワース」の必勝法のキーワードは“対称性”。では三列の「ニム」の必勝法のキーワードは...？ “対称性”の代わりは、なんと“二進法”でした。

指導目標	ゲームを実践することによって理論的に考える力をつける。		
準備物	マグネット、ワークシート冊子、ワークシート別紙		
場所	B1101		
指導対象	中学1～3年生(6～7人)		
指導内容の概要 及び指導時間	導入5分 実験等の活動50分 まとめ5分		
展開案	学習活動	指導	利用ツール
導入(5分)	ウールワースのルールを理解する。	ウールワースのルールを説明する。	磁石
体験(5分)	ウールワースを体験しながら、どうすれば勝てるか考える。	必ず勝てる方法はあるか、どうすれば勝てるか考えるように促す。 例「先と後どっちが勝てそうかな？」	ワークシート冊子 磁石
説明(10分)	生徒の意見を元に必勝法を考える。 先手必勝か後手必勝かは初期条件で決まると理解する。	・生徒自身に考えさせ必勝法に気づかせる。例「どうしたら勝てそうかな？」 気づかない時は、前で必勝法を知っている大学生と対戦させ、駒の移動の様子を表にする。大学生が打つ手を見て、必勝法に気づかせる。 ・2列のマス数が同数なら、後手必勝であることも理解させる。	ワークシート冊子
発展(10分)	ニムのルールを理解し、体験する。 ウールワースの必勝法が通用するか考える。	生徒に、ウールワースとニムでは必勝法が違うということに気づかせる。	ワークシート冊子 磁石
考察(10分)	ワークシートに列挙されている図形の中から、勝てる図形を探し当てる。	躓いている生徒がいたら、ウールワースの必勝法を用いた考え方を、個別に指導する。	ワークシート冊子
実践(10分)	黒板で実践されている対戦を見て、勝ち方を考える。	黒板で最良の手をやってみせる。 移動の様子を表にする。	ワークシート冊子
まとめ(10分)	二進分解を理解する。 二進分解を利用して必勝法を理解する。	二進分解を理解させる。 別紙を利用して二進分解と必勝法を結びつける。	
留意点	なるべく生徒たちが自発的に考え、解決できるように時間の許すかぎり自力でさせる。 図や表を使って理解させる。		

当日の様子



ウールワースのルール説明をし、
実際に対戦してもらいます。
必勝法は何なのか？
先手がいいかな？後手がいいかな？

勝負だああああ!!!!



受けてたつううう!!!!

Umm.....



必勝法に気づく為に、お互いの手を表に記録
しました。
必勝法を知っている大学生と戦った表では、
いつも2列の残りのマス数は等しくなっていま
す。
2列の残りマスを対称にすると、勝つことが
できるので、2マスと4マスのウールワースで
は先手必勝だということがわかりました。

2列が同じマス数のときには後手必勝である
ことも、学習することができました。

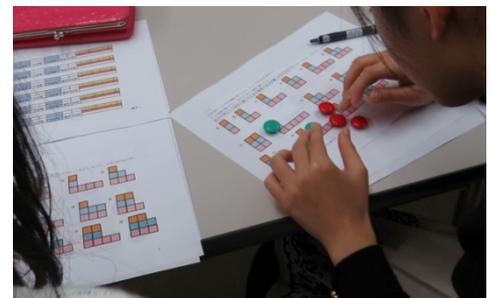
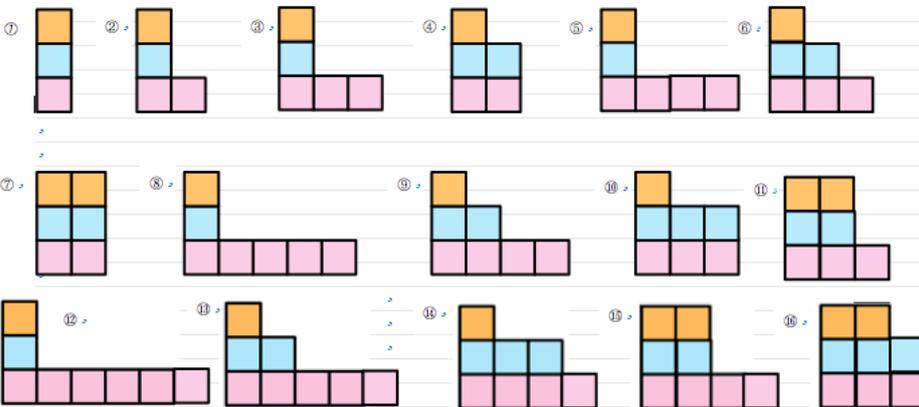


活動記録 ボードゲームの達人

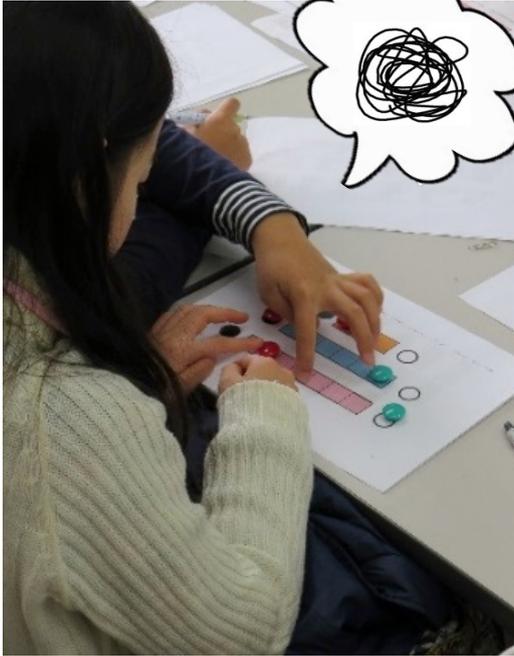


誠に勝手ながら
先手でさせて
頂きます

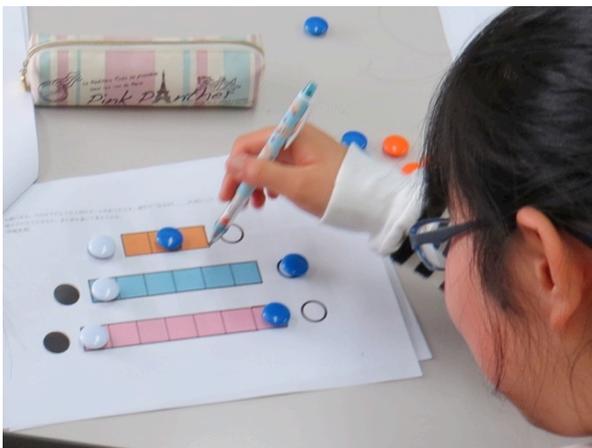
次は列を三つにしたニムをやって
みます。
一列増えただけなのに、先ほどの
必勝法は使えなさそうです。
新たな必勝法を考えてみます。



いきなり必勝法を教えるのではなく、ウールワース（二列）の時の必勝法である対称性に変わる形を調べることにしました。
ワークシートに書かれている形の中で、相手がどのような上手い手を打ったとしても、必ず自分が勝てるように持っていけるものを見つけました。
では実際にゲームでこれを使ってみよう！となりましたが、ゲームの中でこの形を通らず終了してしまうパターンはいくつもあるので、上手く流れを作ることが難しかったです。



Do you understand?



各列の残マス数をそれぞれ二進分解します。
三列の二進分解を見て、2べき乗が0又は2個である状態で相手に渡し続ければ最終的に勝つことができます。

二進分解は高校数学の範囲であり、多くの中学生は知りません。そのため、二進分解を用いる必勝法を理解してもらうことは、なかなか難しいように思えました。未習事項を間違いの無いように教えることは難しかったのですが、大半の参加者が二進分解を理解し、必勝法を習得することができました！

Yes, I do!!!!!!!!!!!!!!



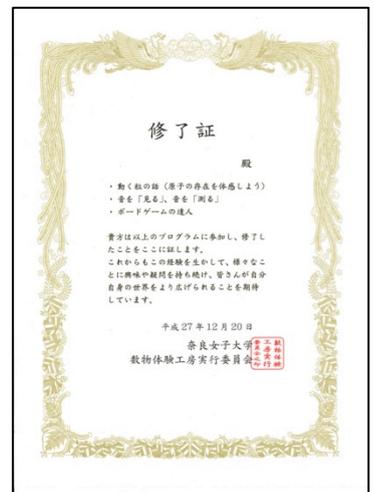
活動記録 開会式、お昼休み、閉会式



開会式は中学生も大学生も緊張…。代表挨拶、大学生挨拶（枝光有実さん）、一日の流れの確認を行いました。

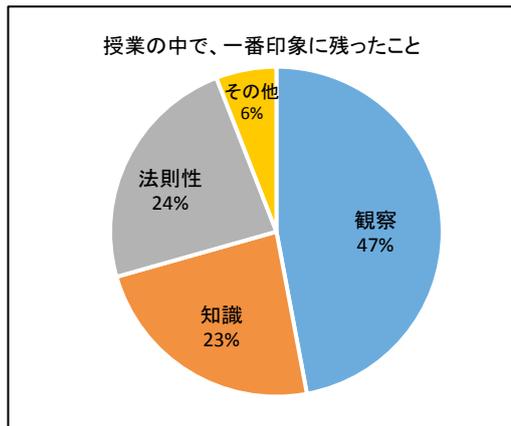


1回目の授業の後のお昼休みでは、だんだん中学生と大学生が打ち解けてきました。空き時間を利用して、奈良女子大学内の物理系実験室・物理系理論研究室・数学系図書室を見学しました。



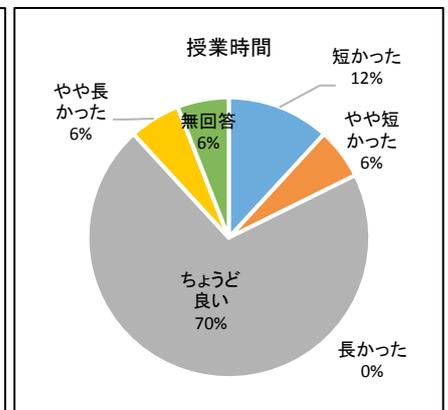
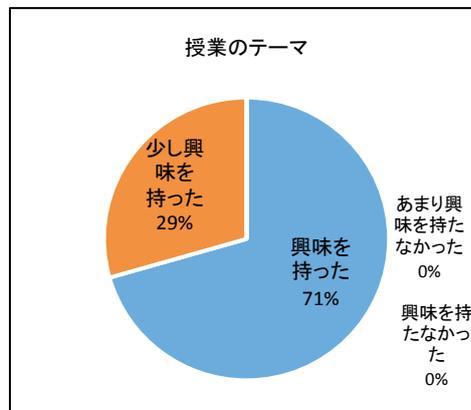
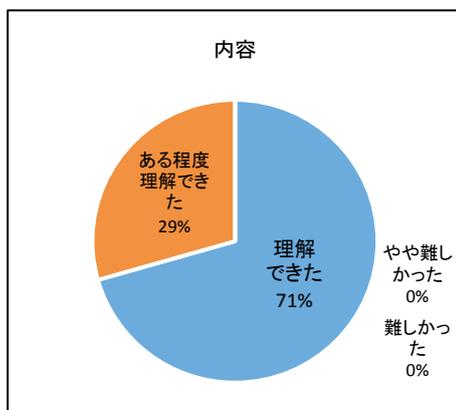
閉会式の時にはすっかり仲良くなることができました。スタッフ挨拶、大学生挨拶（我如古真夕さん）を行った後、中学生一人ひとりへ修了証を渡しました。

動く粒の話（ブラウン運動）



理由

- ブラウン運動のことは知ってはいたが、見たことはなく、いまいちわかっていなかったから。
- 無機物でも有機物でも動いていて、命はないのに動いていることに驚いたからです。
- まず、ブラウン運動というものをはじめて知った。水分子が溶質の粒子にぶつかって粒子を動かしていることに驚いたから。
- ぼくのやつは放物線だったので、ほんとうに比例なんかするのか？と半信半疑だったが、ちゃんと直線になって比例であるということを知ったから。
- あんなにランダムに動いているのにどうして直線になるのか不思議に思ったから。



中学生の感想等(原文まま)

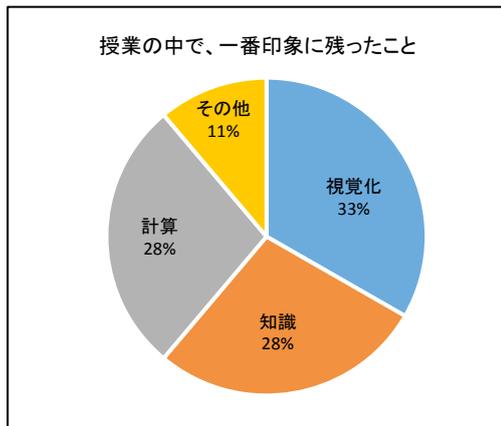
- ・ 粘り気のあるものって何だろうと思った。よくわからないけれど、大学生になったら自分の好きなことを自由に研究できそうなので粘り気を変えて実験してみたいと思った。
- ・ 学生さんが言うように、身近にあるものが、こんな法則性をもっていて、平均すれば、式で表せるのは、面白いと思いました。
- ・ 自分が普段飲んでる牛乳も動いていたのでびっくりしました。

大学生による考察(原文まま)

- ・ 粒が動いている様子を受講者に実際に見てもらうことができ、ブラウン運動に興味を持ってもらえた。これは、作成した試料で本当にブラウン運動が観測できるかを確認したり、あらかじめ顕微鏡のピントを合わせておいたり、ブラウン運動が見られた顕微鏡を受講者間で共有したりして、より多くのブラウン運動を観察させたからと考えられる。しかし、当日は粒が大きすぎて運動の様子が見られない試料(チョークの粉)もあった。準備の段階では数粒の粒子が運動をしていたため、それよりたくさんブラウン粒子を観察できるよう、さらにすりつぶした資料を用意しておくべきであった。また、一見不規則に動いているように見える粒子であるが、実際には $\langle x^2 \rangle = At$ という法則が成り立つということも体感してもらえた。これは、あらかじめ撮影しておいたブラウン粒子の映像が適したものであったからであると考えられる。しかし、振り返ってみると、そのブラウン粒子がラテックスであるということや、このことを確認するためにこういう作業をするといった説明が不足していたため、受講者にとっては、実験ではなくただの作業になってしまったかもしれない。
- ・ 中学生に興味を持ってもらうには、内容が難しかったのではないかと少し不安に思った。もう少しかみ砕いて説明することができればよかった。粒子の動きのデータ数がより多ければ多いほどよい結果がでたと思う。
- ・ プレパラートを子ども達自身で作成し、観察したことによって少しでも学習に能動的に取り組んで楽しかったと思ってもらえたら良かった。教師になる際、児童生徒の主体性を大切にしたいと改めて実感した。

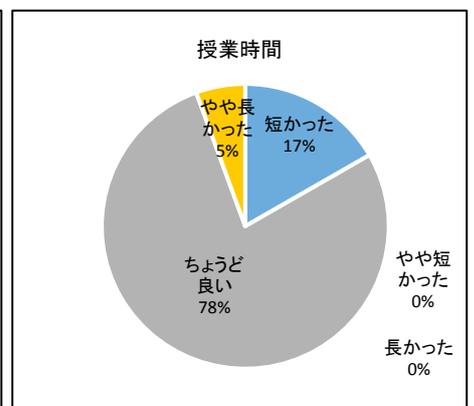
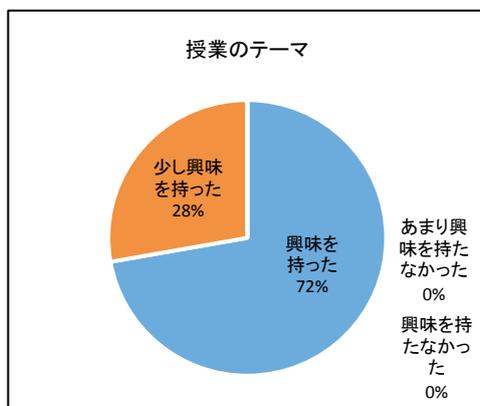
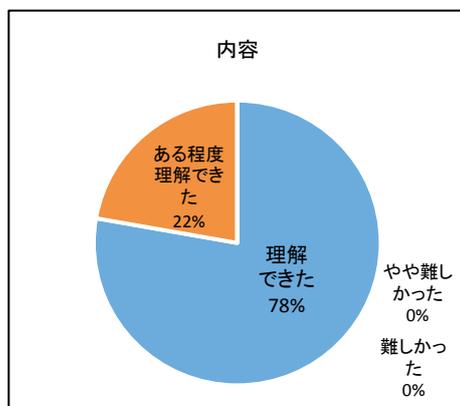
参加者アンケート

音を「見る」、音を「測る」



理由

- 今まで見たことがない形だったから。
- 音の大きさや、あいうえおなどで、波の動きが変わってくるからです。
- うわわんという音が何なのか知らなかったから。
- 周期と振動数を掛けるとキレイに1になるのが凄と思った。
- 1年生でも難しい計算ができるんだと思って達成感があったから。
- おんさにテープを巻いたものと、巻いていないもの、うなりのものなど、それぞれ計算すると、答えが出てどれくらい違うのかが、わかったからです。



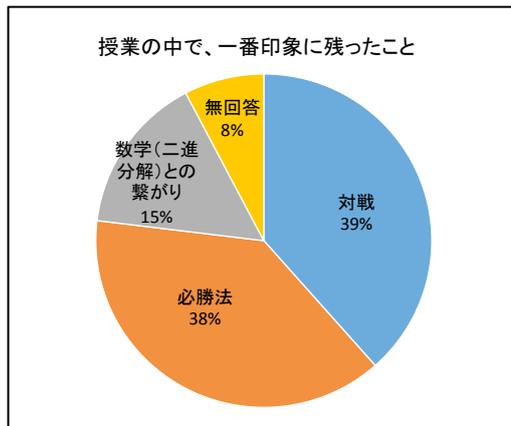
中学生の感想等(原文まま)

- ・ とても楽しい内容だった。除夜の鐘について調べてみようと思う。
- ・ 音を見たときに、音の高さが違うだけで、波も変わったのが、なぜなのかが気になりました。
- ・ オシロスコープでいろんな音を調べてみたいです。

大学生による考察(原文まま)

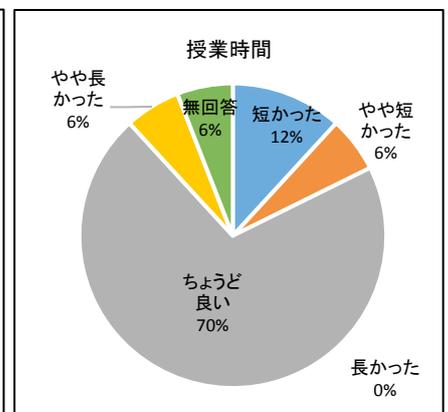
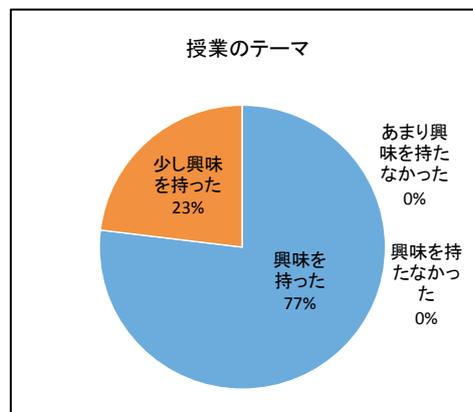
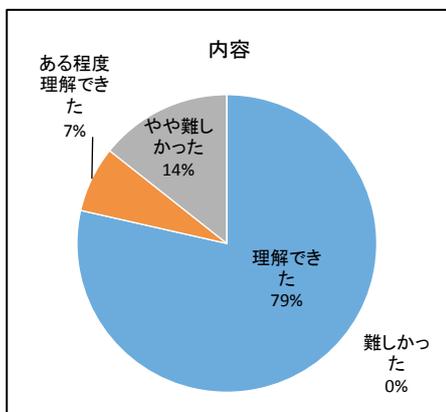
- ・ オシロスコープで音を波として見る事が出来た点、また自分で計算する事が出来た点が印象に残っている参加者が多かった。つまりいままで知らなかった、あるいは深く考えなかったことを実際に見たり聞いたりして体感し、それを自分の手で計算できると印象に残ることが分かった。アンケートの中にうなりについて「交互に音が聞こえて交わらないのが不思議」と書いた参加者がおり、うなりは二つの音が重なった結果であることを分からないままにしまっていた事が残念だった。
- ・ 実際に音が波になって見れたことが良かったという人もいたが、それよりも周波数を実際に求められたということや、うなりの計算ができたことが良かったと言ってる人が多かった。これに関して少し驚いたが、実際の現象が自分の手で現せるということは興味深いものなのかなと感じました。これを見ていると、実験をして終わりではなくて、実験をしてそれが本当に成功なのかということまで求めると良いのかなと感じました。
- ・ 計算の方法はこちらが誘導していて、生徒に本当の意味が伝わっているか不安だったが、計算をしてみても達成感やうれしいと感じている生徒がいて良かったと思う。また、1周期で求めるのと半周期で求めるのと答えが違って面白かったという回答があったが、それに対してはなぜそうなるのかその場で解説するか、考察させるべきではなかったのかと思った。
- ・ 実際に見たり、聞いたり、計算したりしたものが印象に残りやすいであろうことは予想していたが、計算式の証明のところが印象に残ったと書いてくれている人がかなり少なかったため、もう少し時間を割いて、一緒に考えるような部分があっても良かったと思う。時間内に理解しきれなくても、せめて疑問が残るような工夫が必要だと感じた。

ボードゲームの達人



理由

- 後で規則がわかった時に驚いた。
- 勝ち方を知らない人とやると楽しい。
- 絶対に勝つ方法があると知って驚いた。
- 自分はあまり数学が得意ではないからゲームをする時 頭を使えないけど、頭を使うと必勝法というものができるということを知った。
- 数学とはあまり関係がないと思っていたけれど、やってみると意外と規則性があり、数学を使って勝つことができたからです。



中学生の感想等(原文まま)

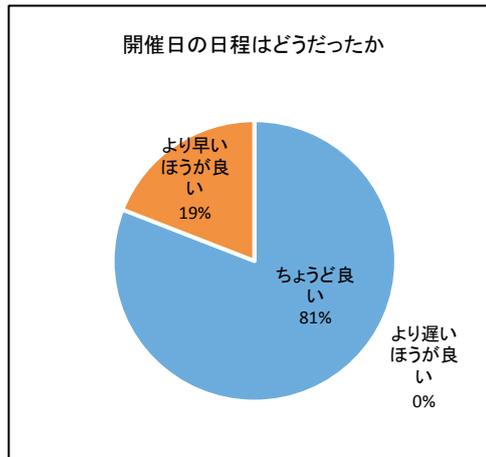
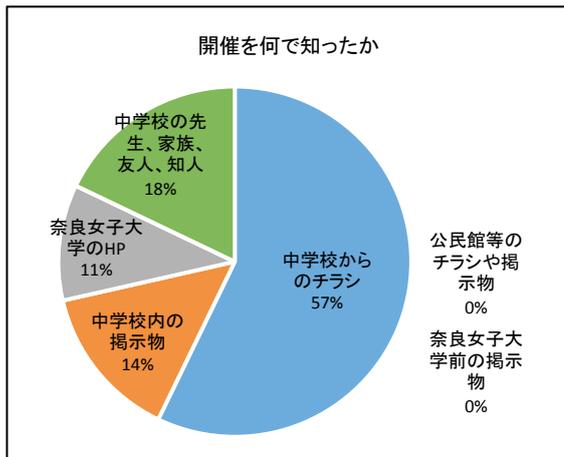
- ・ 「難しいこと」「楽しいこと」という言葉がとても印象的でした。数についてこんなに奥が深いことがわかったのしかったです。
- ・ 2進法が使えることに驚いた。暗算するのが大変だと思った。
- ・ ほかに数学が関係ある仕組みはどんなものかが気になりました。

大学生による考察(原文まま)

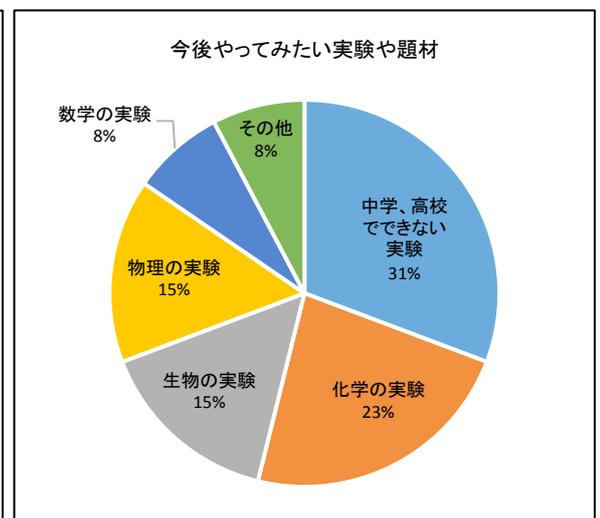
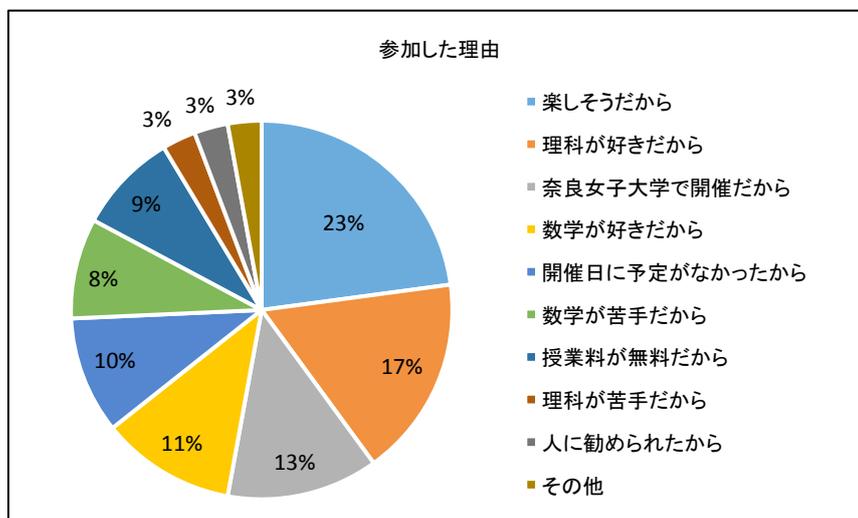
- ・ 授業時間を延長してしまいましたが授業時間が「短かった」とつけている生徒がいたこと、印象に残ったこととして「対戦が楽しかった」ということを書いていることから、対戦している色々な手を試す時間も長かったほうが良かったかな、と思いました。
- ・ 全体的に見てよい評価をしてくれているのではないかと思います。ただ、講義時間に関する項目が他と比べて低かったです。それは、授業が長引いてしまったことが原因だと思うので、もう少し時間配分を考えておくべきだったかなと思いました。印象に残ったこととして、実際に対戦したことが面白かったという意見が多かったので、そこはよかったかなと思いました。面白い、楽しいといった意見があり数学の楽しさを少しは感じていただけたのではないかと思います。
- ・ 一番印象に残ったことに「対戦」という言葉を三分の一以上の生徒が書いてあり、やはり実際に体験すると印象に残りやすいと考えられる。また、このゲームだけでなく他にも数学が使われているものは何か気になる、という意見もあり、数学への関心が高まった生徒もいたと考えられる。
- ・ 思いの外中学生が時間が短かったと感じてくれたことがとても嬉しかったです。

参加者アンケート

全体アンケート



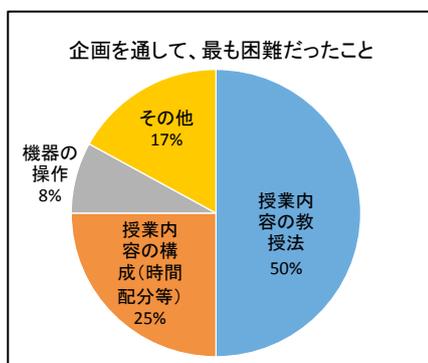
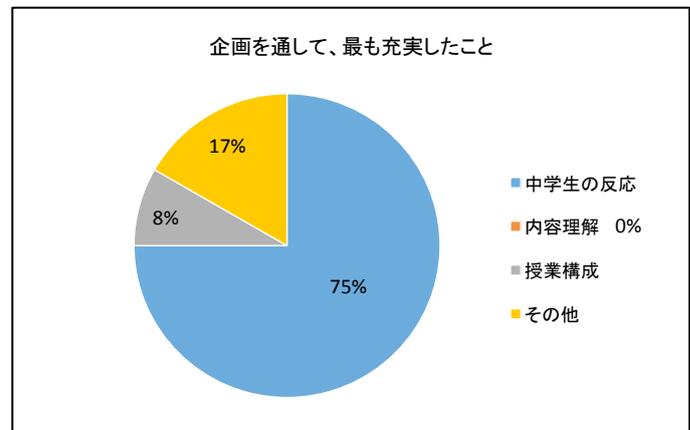
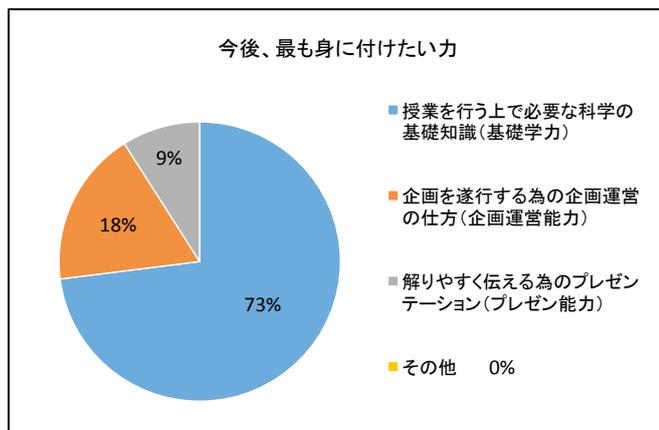
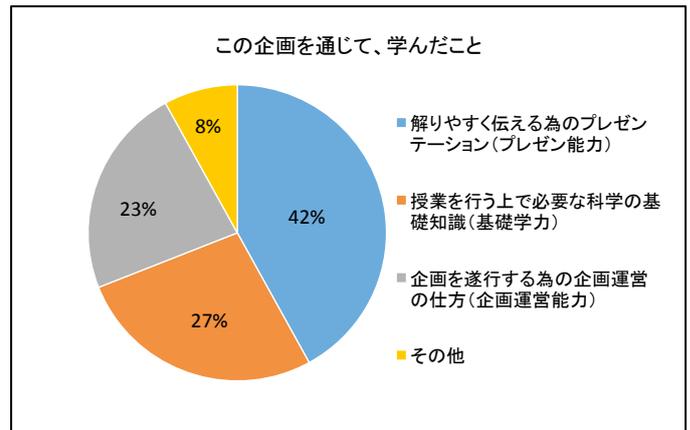
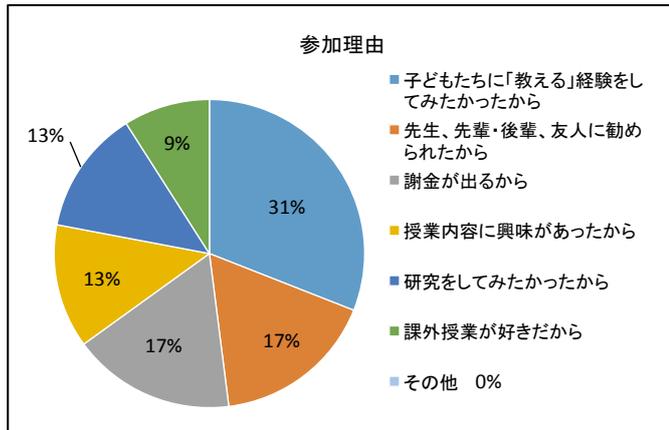
■ 7月頃
■ 9月～11月の秋頃



大学生による考察(原文まま)

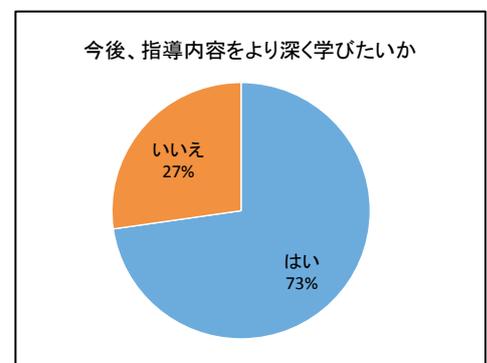
- 開催を何で知ったかについては、半数以上の参加者が中学校からのチラシと回答している。中学校からのチラシも含めると、中学校で情報を得ている参加者が七割と多数である。逆に大学の掲示物や公民館等のチラシや掲示物を見て開催を知った参加者はいなかった。中学生を参加者の対象とする場合、中学校に情報を置くのが効果的であると考えられる。
- 開催日の日程については、八割の参加者がちょうど良いと回答している。残りの二割はより早いほうが良いと回答している。具体的には、7月、9月、11月、秋頃との記述があった。
- 参加した理由としては、楽しそうだから、数学が好きだから、理科が好きだからと答えた参加者が多かった。逆に、数学、理科が苦手だからと答えた参加者も少数であるがいた。また、奈良女子大学で開催だからと答えた参加者も一割程度いた。人に勧められたからと答えた参加者は少なく、多くの参加者が自主的に参加していることがわかる。これより中学生は、今回のような趣旨の企画へ積極的に参加する意思があると見られる。
- 今後やってみたい実験や題材としては、中学、高校ではできない実験、大学生がやる実験をしたいと答えた参加者が三割と一番多かった。その次に化学の実験、特に水溶液の実験をしてみたいと答えた参加者が多かった。物理の実験の中には、静電気などの電気の実験、光の実験をやってみたいという記述があった。数学の実験は、今回行ったボードゲームのようなものをもっとやってみたいという記述があった。その他にも、コンピューターはどうやってつくられているのか知りたいと答えた参加者もいた。

大学生アンケート



解決法

- 事前準備をしっかりとる。
- 配布物を使って説明を短縮。
- 話し合ったり調べたりしました。
- 当日までに何度もシュミレーションをした。
- 前もって計算式をiPadに入力しておく。



感想等(原文まま)

- ・ 同じ感じのもしてみたいです。レベルをあげて、高校生向けとかでも面白そうだと思います。
- ・ 身近なうなりの例について調べたい。
- ・ またやってほしいです。

- ・ (動く粒の話) 子どもたちは、水に浮かぶ色々な粒子の運動を熱心に観察していたが、そこに法則があることに驚きを感じたようであった。また大学生も、この企画のために熱心に準備を行い、現象自体への理解を深め、授業の際に臨機応変に対応していた。
- ・ (音を「見る」、音を「測る」) 子ども達は知識としては知っていることでも、実際に測定したりiPadで計算したりして、測定結果と予想を較べることの大切さを体験できて楽しそうであった。大学生は知識が深まり教え方も上手くなり、自信を付けたようであった。
- ・ (ボードゲームの達人) 比較的簡単なルールボードゲームを教材とした授業であったが、参加してくれた中学生は、実際に対戦しその必勝法を自ら考えていく中で、数理的に考えることの楽しさを実感してくれたのではないかと感じる。教材は、段階的にゲームの奥に潜む数学的構造に気づかせるよう、良く検討されていたと思う。同じ講義を3回行ったわけだが、担当した学生が、時間配分や生徒への説明の仕方の改善・工夫を毎回行っていたのは印象的であった。

