

# 第 14 回日本物理学会 Jr. セッション (2018)

## プログラム

日時：2018 年 3 月 23 日 (金) 8:15 ~ 16:50

会場：東京理科大学野田キャンパス

薬学部 13 号館 1311 教室 (500 席)：受付, 高校生向け講演, 集合写真撮影, 講評, 表彰  
森戸記念体育館：開会挨拶, ポスター発表 \*ポスター発表 101 件 (発表時間 120 分)

総合司会：高須昌子

8:15 ~ 8:55 受付 (13 号館 1311 教室)  
ポスター発表 A 貼り出し

(森戸記念体育館集合)

8:55 ~ 9:00 開会挨拶 (香取浩子 Jr. セッション委員会委員長)

9:00 ~ 11:00 ポスター発表 A

担当：松川 宏

23JPSA-01 私立札幌日本大学高等学校  
23JPSA-02 奈良県立橿原高等学校  
23JPSA-03 埼玉県立川越女子高等学校  
23JPSA-05 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校  
23JPSA-06 私立ノートルダム清心学園清心女子高等学校  
23JPSA-07 北海道札幌西高等学校  
23JPSA-08 福岡県立香住丘高等学校  
23JPSA-09 富山県立富山中野高等学校  
23JPSA-10 静岡県立清水東高等学校 自然科学部物理班  
23JPSA-11 兵庫県立小野高等学校  
23JPSA-12 石川県立金沢泉丘高等学校  
23JPSA-13 兵庫県立西脇高等学校  
23JPSA-14 熊本県立宇土高等学校  
23JPSA-15 群馬県立藤岡中央高等学校  
23JPSA-16 北海道札幌北高等学校  
23JPSA-17 国立仙台高等専門学校名取キャンパス  
23JPSA-18 沖縄県立八重山高等学校  
23JPSA-19 埼玉県立不動岡高等学校  
23JPSA-20 岡山県立倉敷天城中学校  
23JPSA-21 私立大谷中学校・高等学校  
23JPSA-22 京都大学・ELCAS 専修コース (和歌山県立向陽高等学校)  
23JPSA-23 私立早稲田大学高等学院  
23JPSA-24 私立本郷中学校  
23JPSA-25 兵庫県立加古川東高等学校  
自然科学部物理班 微小重力チーム  
23JPSA-26 私立中央大学附属高等学校  
23JPSA-27 大阪府立豊中高等学校  
23JPSA-28 国立神戸大学附属中等教育学校  
23JPSA-29 岡山県立倉敷天城高等学校  
23JPSA-30 私立田園調布学園高等部  
23JPSA-31 岡山県立津山高等学校  
23JPSA-32 石川県立小松高等学校  
23JPSA-33 国立有明工業高等専門学校  
23JPSA-34 私立市川高等学校  
23JPSA-35 愛知県立明和高等学校,  
国立名古屋大学教育学部附属高等学校  
23JPSA-36 国立名古屋大学教育学部附属高等学校  
23JPSA-37 東北大学・飛翔型「科学者の卵養成講座」  
(宮城県立宮城県仙台第二高等学校, 栃木県立栃木高等学校)  
23JPSA-38 私立西大和学園高等学校  
23JPSA-39 奈良県立青翔高等学校  
23JPSA-40 岡山県立津山中学校  
23JPSA-41 国立津山工業高等専門学校  
23JPSA-42 国立広島大学附属高等学校  
23JPSA-43 愛媛県立小松高等学校  
23JPSA-44 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校  
23JPSA-45 北海道札幌北高等学校  
23JPSA-46 私立西南学院中学校高等学校  
23JPSA-47 岡山県立津山高等学校  
23JPSA-48 私立玉川学園高等部  
23JPSA-49 私立洗足学園高等学校  
23JPSA-50 私立本郷中学校・高等学校科学部  
23JPSA-51 私立市川高等学校

金属パイプ内を落下するネオジム磁石球の速度 第3報  
ロータシート上に置かれた粘度の異なる液滴の固有振動と転がり抵抗について  
ミスフィット系超伝導の測定と原理の考察  
磁性ゲルの磁束密度による硬度変化  
ステンレスの不思議な性質  
チョコレートが電子レンジであたたまる複雑な事情  
水溶液境界面の拡散速度の測定と溶質物性に関する研究 II  
銅の腐食と起電力 ~ NaCl 水溶液と銅板を用いた電池の起電力の要因 ~  
屈折率勾配を持つ溶液における旋光度と屈折率の関係  
音波の消火作用  
散乱光を最大限利用する針葉樹型太陽電池の開発  
水中の気泡の空気はなぜ外気温より 1 ~ 3°C 高いのか (第2報)  
液体の屈折率の研究 ~簡単な測定法を発見~  
シャウティングチキンはなぜ悲壮な叫び声を上げるのか  
普通のお湯が水より早く凍るわけがない? 第4報 ~ムベンバ効果の真偽を検証する~  
ラジオメーターの回転数における光源の種類と波長変化について  
水中における光発電の電力量の“異変”を追究する  
ガラス板における等傾角干渉  
身近なものを用いた熱音響エンジンの製作と特性測定  
レンズのシミュレーションの作成 - 後輩のために授業で役立つ教材を提供する -  
電子レンジを利用して生成した大気圧プラズマの分光解析  
アンチバブルの生成実験および構造解析  
コップから流れる水の形  
濡れ性を用いた宇宙ピペットの開発  
翼の揚力発生メカニズムの実験的検証と鳥形飛行模型への応用  
蛇口から流れ出る水が形成する形状の研究  
水の蛇行要因と追跡性に関する研究  
空気中での2球の落下運動  
バトミントン・シャトルの空気力学に対する羽根欠損の影響の研究  
界面活性剤の濃度と泡の関係性  
小球の衝突とクレーターの形成について  
ダイラタンシーの定量的分析 ~回転粘度と瞬間抗力の測定~  
容器で水面に浮かぶ物体をすくったときの物体の動き  
カメレオン分子雲領域の多波長観測による星間物質の比較とダークガスの存在  
朔望月の季節的变化を用いた地球の公転周期の測定  
飛行時間測定器 Multi-gap Resistive Plate Chamber (MRPC) 用増幅回路の開発  
ミュオン観測とニュートリノ観測 ~ミニカミオカンデ計画~  
ドミノ倒しの規則性を研究する  
ガウス加速器による衝突直前の加速度と転がす球の高さの関係  
繋がった二つの球体の回転運動の研究  
心柱を科学する  
ブランコ運動再現装置「ブランコ君」の製作  
免震構造の組み合わせによる免震効果の増強  
自重式ホバークラフトの滑走距離に関する研究  
ビー玉スターリングエンジンのモデル化 ~回転軸の位置と周期の相関について~  
物体の境界面における水が摩擦に及ぼす影響についての研究  
クロール泳の体幹部自身の回旋・曲折運動が与える推進効率の影響の研究  
垂直配向カーボンナノチューブを用いた最大静止摩擦係数の測定  
ニュートンビーズのメカニズムの解明  
人間の足裏にあるアーチ構造がバランス維持能力に与える影響についての研究

11:00 ~ 11:25 休憩 (ポスター入れ替え ポスター発表 A はがし・ポスター発表 B 貼り出し)

| 11:25 ~ 13:25 | ポスター発表 B                                  | 担当：並木雅俊  |
|---------------|---|--|
| 23JPSB-01     | 私立松山聖陵高等学校                                | ポリスチレン・シートの熱収縮の異方性と偏光特性                              |
| 23JPSB-02     | 私立札幌日本大学高等学校                              | 磁石球間及び磁石球／鋼球間に働く磁気力と距離の関係 第3報                        |
| 23JPSB-03     | 私立市川高等学校                                  | 非接触力を介したエネルギー変換効率の研究                                 |
| 23JPSB-04     | 岡山県立玉野高等学校                                | 備前焼における胡麻及び緋摺の形成に関する研究                               |
| 23JPSB-05     | 東京都立科学技術高等学校                              | イルミネーションの色は温度で変わる～低音環境下でのスペクトル変化～                    |
| 23JPSB-06     | 愛媛県立西条高等学校                                | 電磁石を用いたガウス加速器に関する研究                                  |
| 23JPSB-07     | 私立福岡大学附属大濠高等学校                            | 圧電素子と電磁誘導による発電量の比較実験                                 |
| 23JPSB-08     | 私立青山学院高等部                                 | カーボンナノチューブのオゾンによる損傷の評価                               |
| 23JPSB-09     | 東京都立多摩科学技術高等学校                            | 金属メッキによるゼーベック効果への影響                                  |
| 23JPSB-10     | 大阪府立春日丘高等学校 定時制の課程、<br>大阪府立大手前高等学校 定時制の課程 | 3力のつりあいを利用した永久磁石による反磁性磁化率・常磁性磁化率の測定 第3報              |
| 23JPSB-11     | 沖縄県立球陽高等学校                                | 物理的観点による沖縄方言と標準語の母音の比較 2～後世に残す沖縄方言～                  |
| 23JPSB-12     | 兵庫県立加古川東高等学校 自然科学部物理班 水波チーム               | 水面波で浮遊物が動くメカニズムの数理的考察                                |
| 23JPSB-13     | 国立津山工業高等専門学校                              | なぜ蜘蛛の糸は虹色に輝くのか                                       |
| 23JPSB-14     | 私立市川高等学校                                  | 3音のうなりー3音の振動数とその合成波のうなりとの関係性ー                        |
| 23JPSB-15     | 愛知県立明和高等学校                                | 重力レンズと等価な光学レンズ                                       |
| 23JPSB-16     | 群馬県立藤岡中央高等学校                              | 牛乳はなぜ白いのか  |
| 23JPSB-17     | 北海道札幌北高等学校                                | 気柱共鳴管内に物体があると？～共鳴点の規則性～                              |
| 23JPSB-18     | 愛媛県立新居浜南高等学校                              | 銅鑼の打撃音における振動数の変化の解明                                  |
| 23JPSB-19     | 熊本県立宇土高等学校                                | 振動スピーカーを用いたうなりの可視化の研究                                |
| 23JPSB-20     | 私立早稲田大学高等学校                               | ストロー笛を用いた閉管気柱の音の解析                                   |
| 23JPSB-21     | 国立仙台高等専門学校名取キャンパス                         | 鐘の音について  |
| 23JPSB-22     | 東京都立小石川中等教育学校                             | 強制振動された気柱の音圧の周波数依存性                                  |
| 23JPSB-23     | 群馬県立前橋女子高等学校                              | 「スマホのぼうし」の正体を探れ！                                     |
| 23JPSB-24     | 愛知県立一宮高等学校                                | カラーボードを用いた蛇腹構造での音速の変化の再現                             |
| 23JPSB-25     | 奈良県立青翔高等学校                                | ブーメランの羽根を探究する ～ 風力発電への応用を目指して～                       |
| 23JPSB-26     | 静岡県立科学技術高等学校                              | 輪ゴム飛ばしにおけるホップアップについての研究                              |
| 23JPSB-27     | 兵庫県立加古川東高等学校                              | 家庭用小型風車の効率化 - 羽根のアスペクト比に注目して -                       |
| 23JPSB-28     | 滋賀県立彦根東高等学校                               | ブッシュソレノイドを用いた垂直落下装置と水しぶきについて                         |
| 23JPSB-29     | 国立広島大学附属高等学校                              | マイクロバブルの効率的な発生方法                                     |
| 23JPSB-30     | 福岡県立香住丘高等学校                               | 流体に作用する粘性抵抗の低減効果に関する研究                               |
| 23JPSB-31     | 和歌山県立向陽高等学校                               | 後入りがお先に失礼現象の発現について                                   |
| 23JPSB-32     | 愛知県立岡崎高等学校                                | 翼端渦の抑制   |
| 23JPSB-33     | 北海道札幌西高等学校                                | 気圧差を支える竜巻の発達   |
| 23JPSB-34     | 私立本郷中学校・高等学校科学部                           | 蠟燭振動のメカニズムの解明 第4報                                    |
| 23JPSB-35     | 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校                     | 学生フォーミュラレギュレーション下の低速域におけるリアウィングの最適形状の研究              |
| 23JPSB-36     | 岡山県立倉敷天城高等学校                              | 圧電素子を用いた雨天での発電方法の研究と開発                               |
| 23JPSB-37     | 国立香川高等専門学校高松キャンパス                         | 仮説検定と高次モーメント解析による自然放射線測定と数理実験のポアソン分布                 |
| 23JPSB-38     | 国立名古屋大学教育学部附属高等学校                         | 星や星団が分子雲に及ぼすフィードバック効果                                |
| 23JPSB-39     | 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校                     | 単層カーボンナノチューブの直径と触媒の相関                                |
| 23JPSB-40     | 私立玉川学園高等部                                 | 交通信号機の新機能開発  |
| 23JPSB-41     | 由利本荘市立大内中学校 科学部                           | 続・紙風船はたたくとなぜふくらむか                                    |
| 23JPSB-42     | 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校                     | 模型飛行機における翼の傾きの変化とその影響                                |
| 23JPSB-43     | 私立札幌日本大学高等学校                              | 手動Zステージを用いた重力加速度の測定                                  |
| 23JPSB-44     | 私立世田谷学園高等学校                               | 地理状態の変化の測定研究   |
| 23JPSB-45     | 私立大谷中学校・高等学校                              | 大気圧の鉛直構造の高精度シミュレーション計算法の開発及び金星大気の特性と大気中の浮力の起源の分子論的考察 |
| 23JPSB-46     | 奈良県立青翔高等学校                                | 筋交いによる強度変化   |
| 23JPSB-47     | 石川県立小松高等学校                                | ペットボトルロケットの飛行解析                                      |
| 23JPSB-48     | 東京都立戸山高等学校                                | 弦の基本振動を利用した重力加速度測定装置の開発                              |
| 23JPSB-49     | 国立名古屋大学教育学部附属中・高等学校                       | 気象衛星の画像解析から求めた月の軌道と地球から太陽までの距離                       |
| 23JPSB-50     | 国立有明工業高等専門学校                              | 小さい力で重いものを持ち上げる！～摩擦を考慮した動滑車に関する定量的調査～                |
| 23JPSB-51     | 岡山県立津山高等学校                                | 葉の落ち方の定式化への基礎研究                                      |

13:25 ~ 14:40 昼食 (ポスター発表 B はがし)

(13号館 1311 教室集合)

14:40 ~ 14:50 集合写真撮影

撮影担当：田中忠芳 白井正文

(各講演・表彰式の撮影も担当)

司会：矢口 宏

14:50 ~ 15:50 高校生向け講演「物質の中の電子の世界」  
講師：齋藤彦彦 (東京理科大学理学部応用物理学科)

15:50 ~ 16:05 休憩

16:05 ~ 16:50 表彰式

教育功労賞授与 川村 光 日本物理学会会長  
審査講評 香取浩子 Jr. セッション委員会委員長  
各賞発表  
賞状授与 川村 光 日本物理学会会長

主催：日本物理学会  
共催：高等学校文化連盟全国自然科学専門部  
後援：千葉県教育委員会、野田市教育委員会

問い合わせ先：日本物理学会 Jr. セッション係

〒113-0034 東京都文京区湯島 2-31-22 湯島アーバンビル 5F

TEL : 03-3816-6201 / FAX : 03-3816-6208 / E-mail : jrsession18@gakkai-web.net

URL : <http://www.gakkai-web.net/butsuri-jrsession/>



# 23JPSPA

## 23JPSPA-01 金属パイプ内を落下するネオジム磁石球の速度 第3報

私立札幌日本大学高等学校 代表研究者：横山貴紀  
共同研究者：牧野楓也

アルミニウムおよび銅などの金属パイプ中を磁石がゆっくり落下する現象は、電磁誘導現象としてよく知られている。特に、磁石としてネオジム磁石球を用いると、金属パイプ中をネオジム磁石球がゆっくり落下するのを観察することができる。電磁誘導現象では、金属パイプ中を磁石球が落下することにより、金属パイプを貫く磁束が変化し、それを妨げる向きの磁束をつくるように金属パイプに渦電流が生じる。このとき、磁石球は渦電流によって生じた磁界の影響を受け、鉛直上向きの力を受け、鉛直下向きの重力だけがはたらくときよりも落下速度が遅くなる。磁石球が落下を開始した直後、磁石球にはたらく磁界から受ける鉛直上向きの力と鉛直下向きの重力がつり合い、磁石球は等速度で金属パイプ内を落下する。私たちの最終目的は、電磁誘導を利用した物体の落下速度の制御方法を開発することである。本報告では、磁気ビュアシートを用いた新しい落下速度測定法を考案し、従来の方法よりも簡単に落下速度が測定できることを見出した。前報告では、金属の種類、パイプの管厚、磁石球につけたおもりの質量に加えて、磁石球のN-S極の方向と落下方向のなす角度と落下速度との関係を詳しく調べた。その結果、落下速度が管厚の0.6乗に反比例し、Y. Levinらが提案している理論式と一致しないことが判明した。我々は、彼らの理論式を見直し、管厚の効果をより厳密に考慮した理論式を構築した。この理論式を用いると、管厚がある範囲内では実験結果と一致することを見出した。

## 23JPSPA-02 ロータスシート上に置かれた粘度の異なる液滴の固有振動と転がり抵抗について

奈良県立橿原高等学校 代表研究者：洲本翼  
共同研究者：小宮良介

ロータスフィルム（水滴を弾く超撥水フィルム）を貼った振動面上に、純水やグリセリンで粘度を変えた液滴を置く。面の振動数を変化させたときに出現する液滴の固有振動を調べたところ、一定の振動数帯域に集中していることがわかった。また粘度によって、特定の固有振動が出現しにくいこともわかった。またロータスフィルムと水滴、ロータスフィルムと粘性を高めた液滴との間の転がり抵抗の大きさの比率を見積もった。

## 23JPSPA-03 ミスフィット系超伝導の測定と原理の考察

埼玉県立川越女子高等学校 代表研究者：相本美咲

本研究では、超伝導体の一種である、ミスフィット系と呼ばれる物質を作成し、電気抵抗の温度変化測定を行い、物性を調べた。普通の結晶は、三角や四角の格子が積み重なってできるが、ミスフィット系と呼ばれる物質は三角と四角の格子が、層状に積み重なっている結晶であり、原子の組み合わせは(MX)<sub>n</sub>(TX)<sub>2</sub>。(1.08 < n < 1.28, m = 1, 2, 3) と表せる。M、TやXに入る原子にはいくつか種類があるが、今回はT=Ta、X=Sと固定、Mに入る原子をBi、Pb、Sbの3種類に置換しそのときに物性がどのように変化するのかが調べた。電気抵抗の温度変化の測定より、BiTaS3においてこれまで知られていない相変化を見つけた。これが超伝導にどのように影響を及ぼしているのかについてさらに調べたい。

## 23JPSPA-05 磁性ゲルの磁束密度による硬度変化

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 代表研究者：織田恵利佳

ナマコという生物は、皮膚の硬度を自在に変化させることができる。普段は手で採めるほど軟らかいが、硬化すると手では全く形が変えられなくなる。これはキャッチ結合組織と呼ばれる、様々なたんぱく質や特殊な形状の骨片が関係しているため仕組みは未だ解明されていない。しかしこれを工業的に再現しようとした三保哲教授は、高分子化合物と磁性物質を混合した材料である磁性ゲルを開発した。その材料は磁場中において硬化する性質を持っており、同氏は磁場の有無による硬度変化についてのデータ（磁場500mTと0Tで弾性率の変化率は500倍）を発表している。しかし磁場の強度による変化の様子は記載されておらず、また他研究者の論文内にも見られなかったため、今回は電磁石を用いて圧縮することで磁束密度と磁性ゲルの硬度の関係を調査する実験を行った。

## 23JPSPA-06 ステンレスの不思議な性質

私立ノートルダム清心学園清心女子高等学校 代表研究者：高本夏芽  
共同研究者：堤咲里菜、長嶋雪奈、原歩、古川史織、花岡愛、柚木春果

ステンレスは鉄を主成分（50%以上）としていて、クロムを10.5%以上含むさびにくい合金である。鉄は磁石につくが、ステンレスは普通、磁石につかないが曲げたり、ペンチで切ったりして歪みを与えたとくつつくようになる。その理由は、加工の歪みによりSUS304の組織（オーステナイト）が磁石につきやすい組織（マルテンサイト）に変化するためである。私たちはそのことを不思議に思い、歪の大きさと磁性の変化の関係をインダクタンスの変化で調べた。

## 23JPSPA-07 チョコレートが電子レンジであたたまる複雑な事情

北海道札幌西高等学校 代表研究者：平山武憲  
共同研究者：堀内大地、清水端良平

チョコレートは水分子を含まないにもかかわらず電子レンジであたたまる理由について、昨年度の研究ではチョコレートの主要成分のひとつであるカカオバターに含まれるオレイン酸にマイクロ波を受けてあたたまる性質があり、これがチョコレート全体をあたためているという結論に至った。しかし、もうひとつの主要成分であるカカオマスとカカオバターで電子レンジによるあたたまり具合を比較したところオレイン酸をより多く含んでいるはずのカカオバターよりもカカオマスの方があたたまりやすかった。今年度はこの疑問を解明し、チョコがマイクロ波で温まるメカニズムをまとめることにした。私達はチョコの製造過程で、カカオ豆をカカオバターやココアパウダーなどに分離する前に焙焼（ロースト）という加熱する工程があることに注目した。そこで、「オレイン酸はカカオバターの中では分子構造で、マイクロ波を受けてもあたたまりにくい、焙焼することによってあたたまりやすい状態に変化し、カカオバターから離れていく」と考え、異なる温度に焙焼したカカオバターを電子レンジで加熱し、その温度変化を調べる実験を行った。その結果、カカオバターは焙焼することで電子レンジによって温まりやすくなることが確認され、チョコレートがマイクロ波で温まるメカニズムを解明することができた。

## 23JPSPA-08 水溶液境界面の拡散速度の測定と溶質物性に関する研究II

福岡県立香住丘高等学校 代表研究者：井手美里  
共同研究者：今里茉央

本研究では、濃度差のある無色・透明な水溶液の境界面での拡散状態の変化を可視化し、拡散速度を定量化する方法を考案した。また、溶質が異なる水溶液の拡散状態を比較し、物性の違いについて考察を行った。

水溶液の屈折率は濃度によって異なっており、食品の糖度計のように屈折光の位置を観察して濃度を決定することができる。濃度差のある水溶液境界面では溶質粒子が移動・拡散することによって濃度変化が生じるので、屈折光の変化を観察することによって拡散状態を可視化し、拡散速度を定量化することができる。

今回、スクロース、エタノール、塩化ナトリウム、塩化カリウム、塩化カルシウムの5つの溶液を使用して測定・比較を行った。結果として、溶質や濃度によって拡散速度が異なることがわかった。その原因として、分子量・式量や粘性、静電気が関係しているのではないかと考えた。また、拡散に関するFickの拡散法則との整合性に着目して考察し、水溶液中の溶質の拡散はFickの拡散法則だけで説明できることを示した。

## 23JPSPA-09 銅の腐食と起電力

～ NaCl水溶液と銅板を用いた電池の起電力の要因～

富山県立富山中部高等学校 代表研究者：西田結哉  
共同研究者：中田裕大、北尾駿汰、小西白峰、田代智哉、澤野重雅

銅板をNaCl水溶液の中に入れておくと、塩化物イオンが銅の酸化被膜を破壊するため、NaCl濃度が高いほど溶存酸素による腐食が進む。これまでの研究では、異なる濃度のNaCl水溶液に浸した銅板間を導線をつないだ電池を作製し、これら銅板の酸化されやすさの違いから生じる起電力を測定した。この電池では、正極側の低濃度溶液において、正極活物質の酸素濃度を高めると起電力が高まった。また、負極側の高濃度溶液中の水素イオンと塩化物イオンの濃度を増加させると、負極の銅の酸化が促進されて起電力が高まること分かった。また、高濃度溶液を1.7mol/L NaCl水溶液から飽和水溶液（約5.5 mol/L）に変えることで起電力が高まること分かった。今回の研究では、この電池の起電力とNaCl水溶液の濃度差との関連について調べた。低濃度NaCl水溶液の濃度を一定にして、高濃度溶液の濃度を変化させていった。その結果、濃度差が大きくなると起電力は上昇していったが、その増加率は小さくなった。また、溶液間をセロハンで仕切った電池では起電力が短時間で低下していったが、これはセロハン膜では陽イオンも陰イオンも通過できるため、NaCl水溶液の濃度差が小さくなっていくことに起因すると考え、塩化物イオンを通さない陽イオン交換膜で溶液間を仕切った電池にした。そして、この陽イオン交換膜で仕切った電池の正極のNaCl水溶液をポリアクリル酸ナトリウムでゾル状にして、このゾル表面に活性炭を載せて正極活物質の酸素の供給量を増やすと、負極では塩化物イオン濃度が一定に保たれているので、安定した高い起電力が得られた。

## 23JPSPA-10 屈折率勾配を持つ溶液における旋光度と屈折率の関係

静岡県立清水東高等学校 自然科学部物理班 代表研究者：稲葉晃一  
共同研究者：大木俊輔、多々良若奈、半田慧、山梨怜央、川嶋諒、田中奎伍、宮重音緒

真水を入れた水槽の底に、ショ糖の飽和溶液を静かに注入して放置すると、時間の経過とともに溶質であるショ糖は水面に向かって拡散し、やがて濃度に応じて屈折率が連続的に変化した溶液ができる。このような溶液を「屈折率勾配を持つ溶液」と呼ぶ。本研究では、この「屈折率勾配を持つ溶液」に対して、旋光度が水深とともにどのように変化するのかを調べた。本溶液の場合、水深が深くなるほど濃度や屈折率が大きくなる。そこで「水深が深くなるほど、旋光度も屈折率の増加に伴い連続的に大きくなる。」という仮説を立て、He-Neレーザー光を光源として各水深ごとに旋光度を測定した。微小な角度変化を精度よく測定するため「光でこ」の方法を利用して、偏光板に取り付けた鏡が反射するレーザー光の角度変化に注目して計測した。その結果、水深が深くなるほど旋光度も大きくなっていくことが確認でき、私たちの仮説は正しいことが分かった。しかし、測定値のばらつきがまだ大きいことや、屈折率勾配に伴い光線が溶液中を正確には直進できないことを考えると、屈折率と旋光度について詳細な解析をするまでには至らなかった。計測方法の工夫が、今後の課題である。

## 23JPSA-11 音波の消火作用

兵庫県立小野高等学校 代表研究者：藤原穂  
共同研究者：山田蓮斗，吉田伊吹，古澄和也

私たちは音波が持つ消火作用について研究した。近年、アメリカの大学生が、音で火を消す消火器を発明して注目を集めたが、そのことについて調べてもその具体的な原理やメカニズムまでは解明されていなかった。そこで私たちは、どのようにして音波は火を消すのか、なぜ音波は火を消すことができるのかを研究した。最初の実験として、ロウソクに音波を当てて消火の有無を観測し、その時の音量や振動数を記録して、グラフ上に消火の有無を点としてプロットすることで相図を作成した。その結果、40Hz 周辺に共鳴振動数があることを観測できた。次に、前述の実験のロウソクをガスバーナーに変えて実験した。しかし、ガスバーナーの消火は一度も観測されなかった。この原因としては、ガスバーナーは内部であらかじめ酸素とガスが混合された状態で燃焼するからであると結論付けた。次に、ブロジェクタを用いて、ロウソクが燃焼する様子とそれに伴う気流の動きを、屈折率の違いを利用して、スクリーンに投影して可視化し、流体の動きの観測を試みた。この実験の結果、消火が観測された時には、気流の渦の数が著しく増加しているのが見られた。このことから、渦は音波の消火作用に何らかの形で関連していると結論付けた。以上の実験から、音波が火を消す原因は、音波によって、主に燃焼しない物質で構成される渦が増加することで、渦が火の周りをまわって酸素の供給を断つことと、ロウを溶かす熱を輻射するさすが固体のロウから離れることにあると私たちは結論付けた。

## 23JPSA-12 散乱光を最大限利用する針葉樹型太陽電池の開発

石川県立金沢泉丘高等学校 代表研究者：酒井諒太  
共同研究者：松本拓海，松本悠汰

我々は現在あまり利用が進んでいない散乱光に着目し、太陽光発電の効率化を目指した。現在の太陽光発電は、太陽から直接来る光（直接光）を集めるのに適した平面型のデザインだが、太陽光が大気や白い雲などで、散乱されて我々の所に届く光（散乱光）を利用するには向かない。したがって、散乱光を効率よく利用する方法を研究した。我々は、青空から来る光（レイリー散乱）に着目し、身近にある LED をセンサーとして利用し、その特性を分析した。結果は当初の予想に反し、青空のときよりも白い雲が出ているときの散乱光（ミー散乱）の方が発電量は大きかった。また、上空の青みがかった青空より水平方向に近い白みがかった空から来る散乱光の方が、発電量が大きいことを突き止めた。そこで我々は、この結果を元に、白い雲や水平方向に近い青空など、様々な方向から来る散乱光（主にミー散乱）を利用する太陽光発電のデザインを考えた。針葉樹の葉の形状と葉のつき方（葉序）に着目し、散乱光を利用しやすい針状の太陽光電池の開発を考えている。生体模倣により、これまでの太陽光電池とは異なる、形も配置も全く新しいものを目指している。我々は散乱光を最大限利用するデザインとして、針葉樹型太陽電池を提案する。

## 23JPSA-13 氷中の気泡の空気はなぜ気温より 1～3℃高いのか（第2報）

兵庫県立西脇高等学校 代表研究者：内橋春香  
共同研究者：足立敬一郎，森山李玖，芝本悦希，藤本朱音，内藤諒，松本陽菜子，吉田朱里，釘本蓮，小林すずみ，西村向暎，深瀬葵，藤田ちなつ

2015 年に筆者の先輩は氷班を組織し、氷に気泡として内包される空気の温度が、氷を取り巻く冷凍庫内の外気温よりも 1～3℃程度高いことを発見し、その原因の解明には至らなかった。筆者らは、その原因を解明するために、凍らない液体であるエタノールと、含まれる空気の体積をさまざまに変えた純水とを同時に同じ条件で冷却する示差熱分析をおこない、純水が氷になる状態の変化のために使われたエネルギーを測定し、気泡を多く含む純水と少ない純水でエネルギー量に違いがないか、違いがあれば状態変化のエネルギーの一部が気泡内の空気に閉じこめられているのではないかと、考えて実験を繰り返した。

示差熱分析で用いた純水は一定体積であるから、包有される空気が多いと純水の体積はそれだけ少なくなり、状態変化のエネルギーは小さくすると予測していた。しかし実験の結果から、空気を多く包有する純水ほど状態の変化に要するエネルギーは大きいことが明らかになった。純水の占める体積がほとんどにもかかわらず、状態変化のためのエネルギーが多く必要であるという結果から、状態変化のエネルギーの一部が気泡内の空気に蓄積されて、気泡内の温度を 1～3℃押し上げている可能性が考えられる。

## 23JPSA-14 液体の屈折率の研究 ～簡単な測定法を発見～

熊本県立宇土高等学校 代表研究者：成松紀佳  
共同研究者：小佐井彩花，高田晶帆，緒方颯斗，高濱章年，窪田瑛仁

寒天ゼラチンよりも透明度が高くで弾力がある最近話題の水信玄餅に興味を持ち、材料のアガー（寒天の一種）を手に入れたボールなどの半球容器に入れて作った。その際、表面の周辺部分の光の反射の様子が中心部とは異なることを発見し、この不思議な現象に大変興味を持った。アガーの代わりに水を満たしてもこの不思議な現象は確認でき、この周辺部にレーザー光を当てると入射部の反対側付近からレーザー光が射出することが確認できたため、我々は、この光の反射の様子が異なる周辺部分を「Zゾーン」と呼ぶことにした。このような現象について記載のある文献等では確認できなかったため、我々は、Zゾーンの幅は屈折率に依存しているという仮説を立て、研究を始めた。実験方法は、曲率半径の異なる半球容器に水やアガーを満したり、半円プリズムを用いたりして調べた。その結果、Zゾーンの幅は、平面に対して様々な角度で入射した光のうち、半球内で全反射した光だけが再び平面に達し、射出することによって決まることを突き止めた。また、Zゾーンの幅  $z$  は、曲率半径  $R$  と媒質の屈折率  $n$  のみに関係し、 $n = R / (R - z)$  という関係式を導出することに成功した。今回開発した「Z-zone 屈折率測定法」は、暗室下レーザー光源等の使用などの制約が少なく、Zゾーンの幅を測定するだけですぐに導出でき、白色光でも誤差を数%程度に抑えられることがわかった。応用として、糖度計など新たな測定法につなげられると考える。

## 23JPSA-15 シャウティングチキンはなぜ悲壮な叫び声を上げるのか

群馬県立藤岡中央高等学校 代表研究者：上原由香莉  
共同研究者：飯島野乃花

本研究では、シャウティングチキンの叫び声のスペクトル分析や悲壮な叫び声を生み出す部位の特定を行い、その仕組みについて考察した。シャウティングチキンの叫び声のスペクトログラムには3つの領域（領域①、②、③）があり、これが悲壮な叫び声のように聞こえる原因である。この特徴は「鳴笛+パイプ」に十分な風速を与えることで再現できる。スペクトログラムに3つの領域が生じるのは風速によって鳴笛のリードの振動状態が変化するためである。領域②では風速の変化のみから突如として、複雑な振動が生じ、カオス現象の可能性がある。

## 23JPSA-16 普通のお湯が水より早く凍るわけがない？ 第4報～ムベンバ効果の真偽を検証する～

北海道札幌北高等学校 代表研究者：吉野あおい  
共同研究者：岩村颯真，大山真之介，今みなみ，栗林夏鈴，岡田もも，清水雅矢，大泉幹，黒川舞羽，山岡桃子

お湯が水よりも早く凍るムベンバ効果が起こることがある。ムベンバ効果の発見に至った経緯としては、アイスクリームの素を冷凍庫で冷やしていた際に温かい方が冷たい方より先に凍ったためだとされている。そこで、先行研究では特別な装置を用いて実験を行っている例もあったが、私たちは自然に近い条件でもムベンバ効果は起こるのかという点に着目して実験を行った。発泡スチロールの容器の中にお湯または水が入ったピーカーを入れて周りを冷却水（水と食塩水）で満たした。この現象が起こる条件を調べるため、冷却水の温度、ピーカーの大きさ、水面からの蒸発の3点に着目して実験を行い、検証した。その結果、200mlのピーカーを用いて実験を行うと冷却水の温度が-2℃～-3℃のとき、実現率が47%と最もムベンバ効果が起こりやすくなったことから、ムベンバ効果が起こるのに最適な冷却水の温度は、-2℃～-3℃であることが分かった。また、ピーカーを大きくしてお湯、水が空気に触れる面積を大きくした実験でムベンバ効果が起こりやすくなり、油を加えてお湯、水の水面からの蒸発を防いだ実験でムベンバ効果が起こる割合が減ったことから、ムベンバ効果には蒸発熱が関係していることが考えられる。このように、条件によっては50%近くの実現率でお湯が水よりも早く凍っており、ムベンバ効果が起こることが示唆されたので報告する。

## 23JPSA-17 ラジオメーターの回転数における光源の種類と波長変化について

国立仙台高等専門学校名取キャンパス 代表研究者：吉田梨那  
共同研究者：川端日和，相原凜紗，青山愛華，阿部彩加

ラジオメーターは、光エネルギーを熱エネルギーへと変換し羽根車を回転させる実験器具とされ、大方そのメカニズムは知られているが、状況により回転数の変化はなぜ起こるのか。その変化の要因を黒色の羽根車の方に光を当てて調べ、考察した。まず、光源の違い（白熱球・赤外線照射器〔ヒートグロー〕・レーザー）を使用して「光源の違いと距離が及ぼす回転数の変化」について実験した。次に、光源（白熱球）とラジオメーターの間に赤・緑・青のセロファンを置き、「光源の色と波長が及ぼす回転数の変化」について調べた。最後に、レーザー（グリーン、赤外線）を使用して「ラジオメーターの羽に当てるレーザーの位置を変化させたときの回転数の変化」を実験した。これらの実験の結果から（1）拡散光（白熱球とヒートグロー）では距離の増加で照度が減少するため回転数が減少したが、直進光（レーザー）では照度が変化しないためほとんど回転数の変化が見られなかった。（2）赤・緑・青のセロファン順に回転数は減少したが、これは光の波長が短くなるにつれて黒色の羽根車への光のエネルギーの吸収が減り、羽車周辺の空気の温度上昇（熱運動エネルギー）が減少するためと考えられる。（3）軸付近より羽の先端付近に光を当てた方が、回転数が多くなること分かったが、これは光の当てる位置により力のモーメントが増加するためと考えられる。このように、ラジオメーターの回転数は光の波長、照射状態と関係し、羽根車周辺の熱運動エネルギーとも密接に関係していることが分かった。

## 23JPSA-18 水中における光発電の電力量の“異変”を追究する

沖縄県立八重山高等学校 代表研究者：本永健  
共同研究者：宮良大地

### 1. 目的

「雨の後、太陽光発電の発電量が増加する。」という言葉聞いたことがある。水により光発電の発電量つまり「電力量」が増加するという「異変」が起こること調べることにした。本研究では、水中でも光発電が可能か否か、電力量が空気中に比べ水中が増える「異変」を起こした場合、「異変」はどのようにして起きるのかその理由を追究していくこととした。

### 2. 方法

使用機器は次のものである。

- ・イージージェン・単結晶型光電池（ケニス製、出力1.7V/450mAh）・衣装ケース
- ・2.0Ωの抵抗 ・100Vの白熱電球

光電池の中心から電球の先端までの高さを電球の高さ30cmに固定し、光電池に水を10cmと20cmの2回張り、発電の電力量を測定した。

### 3. 結果

空気中での電力量は、 $0.89 \times 10^{-4} \text{W}$ に対し、水面が10cmの高さにある場合は $1.46 \times 10^{-4} \text{W}$ となった。空気中よりも水の高さを10cmにしたときの電力量が大きくなるという「異変」が起きた。

### 4. 考察

結果の「異変」について、光が強くなったことが原因だと私たちは考え仮説を立てた。（仮説）光源からの光は水により屈折し、屈折した光が光電池に当たることにより空気中より水中の電力量が高くなったと考え、この考えを屈折効果とした。また追実験の結果、水面の高さが5.0cmと10cmの間で著しい電力量の減少が見られたのは、水により光が減衰したと考えた。水の屈折率より、光が水中を屈折し光電池に当たる幅が、空気中に比べ1.04倍であることがわかり、面積はその二乗倍で1.08倍と見積もり、追実験の結果では、空気中に比べ1.09倍の発電量となり近似した。今後は、電球の高さを変えて、屈折効果の検証を行ってみたい。

## 23JPSA-19 ガラス板における等傾角干渉

埼玉県立不動岡高等学校 代表研究者：小川丁桜  
共同研究者：菅野遼斗，岩井基記

厚さ2[mm]程度の一枚の平面ガラス板を真上から覗くと、目を中心とした同心円状の干渉縞が観察できる。これをガラスの上面と下面の2つの反射によってできる等傾角干渉縞であると考えた。そこで、反射角による干渉条件が、導いた関係式と一致するか実験で確かめた。その結果、ガラス板で観察された干渉縞はガラスの上下の反射光が等傾角干渉を起こしていることが原因であることが結論づけられた。



## 23JPSA-20 身近なものをを用いた熱音響エンジンの製作と特性測定

岡山県立倉敷天城中学校 代表研究者：藤田紗矢

本研究では、岡山の代表的な神社の一つである吉備津神社で行われる鳴釜神事の原理でもある「熱音響エンジン」を、身近にある試験管やスチールウールを用いて製作し、アルコールランプを熱源に用いて音が鳴ることを確認した。その後、試験管内部に詰めたスチールウールの位置を変化させながら、鳴っている音の振動数や音圧、継続時間を測定した。その結果、鳴っている音の振動数は試験管内のスチールウールの位置に依存しないこと、86dB程度の音圧レベルの音が得られること、最長で20分以上に渡って音が鳴り続けることを確認した。特に、音の振動数は中に詰めたスチールウールの位置には依存しておらず、計算により求めた波長から、振動数が試験管の長さから依存することが予測されるので、今後は試験管の長さを変化させて鳴る音の振動数や音圧、鳴り続ける時間を測定し、有効利用に向けてより大きなエネルギーが得られる条件を探してみたいと考える。

## 23JPSA-21 レンズのシミュレーションの作成

― 後輩のために授業で役立つ教材を提供する ―

私立大谷中学校・高等学校 代表研究者：谷村実紅

私がこの研究を始めたのは、1年の時の物理担当の先生がExcelで自作したシミュレーション・プログラムを授業で使っているのを見たことがきっかけだった。「Excelでこんなことができるんだ!」と驚きを感じ、「できることなら私もこんなプログラムを作りたい!」という思いから、プログラム作成の挑戦が始まった。本研究では、高校で習う“レンズの実験”の概念図を、Microsoft Excel生成させるプログラムの開発を行った。セルに入力した数式によって算出した座標をもとに、散布図グラフの中にレンズやろうそく、像などを描画させることにより、凸レンズ1枚の場合、凹レンズが1枚の場合に加えて、2枚のレンズの組み合わせによる4パターンを加えた計6パターンについて、任意の条件下での像の位置や光の経路を直感的に確認できるようにシミュレーションを完成させることができた。また、マクロ機能を使ったプログラムを追加することで、アニメーションを見る感覚で、物体の位置を連続的に変えたときの像の変化を容易に確認できるようにしたので、今後後輩たちが学ぶ際に長く授業で活用されることを期待している。

## 23JPSA-22 電子レンジを利用して生成した大気圧プラズマの分光解析

京都大学・ELCAS専修コース(和歌山県立向日陽高等学校) 代表研究者：上野和

日本の電子レンジは規格により、その振動数は2.45GHzである。電子レンジの庫内の電磁波の伝搬速度を真空中の光速、即ち、秒速約30万キロメートルで近似すると、電子レンジのマイクロ波の波長は約12.2センチメートルとなる。シャープペンの芯や待ち針はちょうどこの半波長の長さ近く、電子レンジ庫内のマイクロ波定常波の腹と腹、節と節の間隔と一致する。このような導体棒に耐熱ガラスのコップをかぶせ、家庭用の電子レンジに入れて作動させると、電離し、激しく発光する。一方、実験用の高出力のマグネトロンを用いて、大気圧の気体分をマイクロ波で直接励起する先行研究もあり、そのスペクトルも得られている。このスペクトルは我々が電子レンジプラズマを分光して得たスペクトルと大きく異なる。後者のスペクトルの特徴や、前者との相違の原因を考察する。

## 23JPSA-23 アンチバブルの生成実験および構造解析

私立早稲田大学高等学院 代表研究者：中山嘉欣

近年、アンチバブルについての研究が盛んに行われている。先日、卒業研究の題材を探していたところ、シャボン玉について解説がなされているウェブサイトにてアンチバブルの存在を知った。調査を進めると、アンチバブルは比較的容易に生成が可能であったため、興味を持ち、研究を行った。本研究では、アンチバブルを生成し、その性質および構造について解析を行った。まずアンチバブルを安定的に生成する方法を確立した。また、沈むアンチバブルの生成や、アンチバブルの崩壊の過程なども考察した。次に、アンチバブルの輪郭が一見厚い膜のように見えるのは全反射によるものであることを見出した。さらに、アンチバブルの表面に観察される干渉縞からアンチバブルの空気膜厚を求める方法を考察し、実際の厚さは数μmと非常に薄いことを確かめた。

## 23JPSA-24 コップから流れる水の形

私立本郷中学校 代表研究者：岡野修平

共同研究者：原田大希、塚越新、笠井圭太

本研究ではコップから流れる水が落下するときに、交互に繋がれたリングのような形になるという現象に注目して、そのメカニズムを調べた。そこで、条件を一致させるために、筒に穴の開いた板を取り付けた自作容器を用いて実験を行った。用いる液体の種類や落下速度などを変えて実験を行った結果、以下のことが分かった。容器から水を落下させると、表面張力によって断面が一つの円形になろうとする。しかし、水に大気からの圧力が加わるため、縦に広がる事が出来ず、横にだけ縮まろうとする。そのため、水は丸まり、断面にいくつかの筋が現れる。また、側面も空気と接するため、両端の表面張力が大きくなり、両端の筋は特に太くなる。これら同士が表面張力によって集まり、ぶつかる時、互いに力を及ぼし合い、縦に広がりリングが発生する。その後、水が広がる力よりも表面張力によって縮まる力が大きくなると、上記と同じことを繰り返す。

## 23JPSA-25 濡れ性を用いた宇宙ピペットの開発

兵庫県立古川川東高等学校 自然科学部物理班 微小重力チーム 代表研究者：高井みく  
共同研究者：藤原直樹、中本那央、野村駿介、横林美祝

地球上で使われるピペットは、国際宇宙ステーションなどの無重力に近い空間では濡れ性が顕在化するため使用できない。そこで宇宙でも使うことのできるピペットを、濡れ性を用いて開発しようと考えた。濡れ性とは、固体と液体が引き付けあう性質のことである。開発に向けて、装置を落下させて無重力に近い状態でおこなう自由落下型実験を実施した。自由落下型実験では、微小重力状態で濡れ性の大きな面が水が上昇する、濡れ性の小さな面は水は下降する、濡れ性の境界では水が振動するという仮説を立てた。実験は本校の4階、約12mの高さからロケット型の実験を落下させることとおこない、パラボリックライト実験と同等の精度の微小重力環境で実験できた。実験の結果、仮説を検証することができ、ピペットのような管内での水の動きを制御することに成功した。

地上実験は、自由落下型実験では実験時間が短いためできない実験を、おこなうことを可能にした実験方法である。この実験では、今まで考慮する必要のなかった水圧を考慮する必要がある、水圧の影響を抑えるため管径を細くしなければならない。そこでまず地上実験での管内の水の挙動を理論的に考えたのち、濡れ性の大きい管で実験をおこなって地上実験と自由落下型実験で同様の現象が起こることを証明した。宇宙ピペットの有用性を確認するための地上実験で、濡れ性の境界を変更してはかり取る量を変えられること、水を取り出せること、の二つを検証するための実験方法を確立することができた。

## 23JPSA-26 翼の揚力発生メカニズムの実験的検証と

鳥形飛行模型への応用

私立中央大学附属高等学校 代表研究者：松本千晴

鳥の飛行は「はばたき」「滑空」「はんしょう」の三つに大別される。鳥が飛び仕組みを研究するにあたり、まずは飛行模型を作り検証がしやすいと考えた滑空飛行をテーマに、翼の揚力発生メカニズムについて研究した。

具体的には、鳥形飛行模型を作成し飛行状況を検証した後、風洞実験装置を用いて翼の形状による特性の観察と、浮上実験による揚力発生状況の確認により、揚力の発生メカニズムを実験的に検証した。さらに、その結果を応用して鳥形飛行模型を改良し、再度滑空飛行の状況を検証するという方法で行った。

なお、実験で用いた風洞装置は、蚊取り線香や模型用プロペラ、LED懐中電灯などの身近な材料や道具を用いて自作した簡易なものであるが、気流のはっきりと可視化される有効な実験装置となった。

風洞実験では、翼の断面が長方形、流線形の試験片を用い、水平や上下に傾きをつけて設置した場合の気流を観察した。試験片上面で気流が剥離する様子や、剥離した気流が渦を巻きながら流れ底面からの気流と合流した後に大きくうねる様子なども観察できた。これらの結果から試験片の底面から受ける力が上面の受ける力より大きくなると考えられるケースと、浮上実験により確認された揚力が大きく発生するケースが一致することも分かった。

また、鳥形飛行模型については、翼の素材や胴体の形状、重心の位置、翼の上反角などの改良を重ねたものをベースに、風洞実験で有効な揚力が得られると検証された流線形の翼に変更したところ、これまでで最も滑空飛行性能が向上したことが確認された。

## 23JPSA-27 蛇口から流れ出る水が形成する形状の研究

大阪府立豊中高等学校 代表研究者：織谷涼右

共同研究者：郷野真絨、小野龍文、土田尊、河野大輔、南井康佑、中國康聖、小西逸登、吉村源樹、三谷貴宏、竹中大洋、瀧井春壽

我々は水道の蛇口から出る水の流れについて、水の粘性や渦の形成などの性質を除いた巨視的なモデルを用い、蛇口から出る水の作る柱状の形を理論的に導く公式を提案した。そして、この形について、蛇口からの距離とその半径に関する、実際の測定値と、蛇口の出口の口径と水の初速度から求めた理論値とを比較することで我々の理論の妥当性を検証した。また、モデルの単純化のために省略されていた水の粘性や渦の形成などの性質および、空気抵抗などの問題と、上記で求めた誤差との関連について考察した。

## 23JPSA-28 水の蛇行要因と追跡性に関する研究

国立神戸大学附属中等教育学校 代表研究者：坂本大地

本研究では、雨の日に窓ガラスに雨水が当たると、雨水が不自然に蛇行しながら流れ落ちていくことや、先に流れていった雨水とほとんど同じ道筋を追いかけるように流れ落ちる現象から、水が壁に沿って流れ落ちる時に水が蛇行する要因と、水が一度水滴が通った跡に沿って斜面を流れ落ちる性質があることを研究・実証した。本研究と類似性のある先行研究はほとんど見受けられなかったため、初めから実験を通して様々な現象から水が通った跡に沿って斜面を流れ落ちる性質があることを研究・実証した。本研究と類似性のある先行研究の骨組みを組み立てていった。そこで、この不自然な水の動きには表面張力が関係している、一度水滴が通った跡を追跡する性質があるという仮説を立て、水滴の到達した目盛りから度数分布表を作成し、このグラフから水が蛇行する原因は表面張力と、斜面が濡れているかが起因し、一度通った跡に沿って流れ落ちる性質があることが分かった。

## 23JPSA-29 空気中での2球の落下運動

岡山県立倉敷天城高等学校 代表研究者：藤川亜也

共同研究者：尾釜直樹、谷口理啓、豊住勇治、横溝剛、平田葉菜、安原未来香

本研究では、空気中で2球を並べて落下させるとそれらはどのような運動をするかシミュレーションし、また実際に発泡スチロール製の軽量で変形しない2球を実際に落下させ、観測を行った。

ベルヌーイの定理と連続方程式の二つの公式を組み合わせて考えると、2球はまっすぐ落下するのではなく、2球間の圧力の変化によって近づいたり離れたりしながら落下するという仮説が立てられた。シミュレーションをすることで2球間の圧力が周期的に変化することが確認され、2球が近づいたり離れたりしながら落下するという周期的な運動をすることが示唆されたが、実際の実験では一度の接近のみみられたものの、周期的な落下運動は確認されなかった。しかし実験で得られたグラフから球を落下させる際、2球を近づけて落下させるほど、お互いに2球が接近したり離れたりする幅が大きくなることが明らかになった。ここから2球の間の空気やその圧力の変化が落下運動に関わっていることが示唆されるため、今後実験のデータを集める必要がある。

## 23JPSA-30 バドミントン・シャトルの空気力学に対する羽根欠損の影響の研究

私立田園調布学園高等部 代表研究者：瀧奈緒子

私はバドミントン部に所属している。ある時、部活の練習中に不安定に揺れて飛ぶシャトルがあることに気づいた。新品のシャトルと違って羽根が多数折れているシャトルほど揺れが大きいと感じた。この形状の変化が、シャトルの飛び方にどのような影響を及ぼしているのか調べてみたくなった。また、シャトルの羽根根が同じ本数折れていても、その折れる位置によって飛び方に違いがあるのか、シャトルが受ける風の角度によっても飛び方に違いがあるのかと疑問に思った。そして、シャトルの飛び方にはシャトルの周りの空気の流れや抗力が影響を及ぼしているのではないかと思い至り、研究したくなった。そこで、本研究では、シャトルの羽根が欠損した本数と位置が変化することによって、シャトルの周りの空気の流れや抗力がどのように変化するか、また、風向に対して水平にシャトルの向きをどう変えることにより、それらにどのような変化が生じるのか、について調べるために抗力測定機器を用いて測定を行った。シャトルの周りの空気の流れの測定はタブ法とスモークワイヤー法を用いて行った。このとき測定された結果を表と棒グラフにまとめた。

その結果、すべての場合に共通してシャトルを60°に傾けたときに抗力が最大となっていたことが読み取れた。また、傾きが60°から90°になると抗力が小さくなることが分かった。さらに、抗力が同じものが多く存在していることも分かった。このように抗力に変化が生じるのは剥離によって発生する渦の規模や圧力差が変化しているからではないかと考える。

### 23JPSA-31 界面活性剤の濃度と泡の関係性

岡山県立津山高等学校 代表研究者：高見大地  
共同研究者：岡本あかね、杉本凜、井上翔太

科学フェアのボランティアで大きなシャボン玉をつくるブースを経験した際、シャボン液の調合比は経験則であり、シャボン玉などの泡がわれにくくなる具体的な条件や法則性に興味をもった。今回の研究では、その因子を発見することを目的に、界面活性剤の水溶液の各種物性の測定および観察を行った。「泡のわれにくさ」には水溶液の「表面張力」と「粘度」の値が関わっていると推測した。市販の洗剤で各種濃度の水溶液を調製し、各物性の測定を自作した装置を用いて行った。その結果、表面張力、粘度が共に小さいときにわれにくい泡が形成される傾向がみられた。しかし、せんたくり（ポリビニルアルコール PVA 水溶液）を洗剤の水溶液に加えると、表面張力は小さく粘度は大きい水溶液となったが、泡はわれにくくなった。また、各種水溶液でつくったシャボン玉をよく観察したところ、泡がわれやすい濃度の水溶液では、その粘度の大小に関わらず共通してシャボン玉の下部に水が速やかに移動しており、泡のわれにくさと水溶液の粘度の関係は単純なものではないことがわかった。同程度の粘度を示す水溶液でも、界面活性剤のみで粘度が大きい水溶液と、せんたくりの添加によって粘度を増加させた水溶液とでは、シャボン玉の膜表面に並ぶ疎水性基とその付近の水分子との相互作用は異なり、泡のような薄い膜の中において水分子の移動に与える影響が大きく異なると考えられた。

### 23JPSA-32 小球の衝突とクレーター形成について

石川県立小松高等学校 代表研究者：藤田脩輝  
共同研究者：藤元凌羅、朝日輝、橋田圭樹

本研究では、ガラスビーズ面に小球を落とすときに形成されるクレーターの直径が、小球のエネルギーやガラスビーズの粒径とどのような関係にあるかについて調査することを目的とした。多くの先行研究で、面に生じるクレーターの直径は、落下させる小球の位置エネルギーの1/4乗に比例するということが示されていたが、ほとんどは小球の質量や落下位置は小さく、実験のスケールは小さかった。そこで私たちは、これら先行研究の追試を行い、この関係性がより広い範囲で成り立つのかを調べることにした。ガラスビーズの粒径は500-710 μm、250-350 μmの2種類のものを使用した。材質はともにソーダ石灰ガラスである。小球の材質は鉄であり、質量は13.75g、直径は15.00mmである。落下高度は5-50cm（5cmごと）50-100cm（10cmごと）525cm 945cmとした。実験の結果、先行研究と同じくクレーターの直径は、小球の位置エネルギーのほぼ1/4乗に比例するということが確認された。また、ガラスビーズの粒径の違いによるクレーターの直径の違いはほとんど見られなかった。この原因として、私たちはガラスビーズの充填率に注目した。2種類のガラスビーズに充填率はほとんど差がなかった。結論として、クレーターの直径は、ガラスビーズの粒径によらず、小球の位置エネルギーの1/4乗に比例するということが、より広いエネルギー範囲で成り立つことが分かった。本研究では、この1/4乗則もつと粒径の異なる粒子についても成り立つのかを明らかにすることが今後の課題である。

### 23JPSA-33 ダイラタンシーの定量的分析 ～回転粘度と瞬間抗力の測定～

国立有明工業高等専門学校 代表研究者：河野優聖  
共同研究者：岡本彩花、田中佑季

私たちは学校の課題研究という授業で、片栗粉によるダイラタンシー流体を実際に作り、その現象を体験する機会があった。液体と固体の両方の性質を持つ不思議な現象に感動し、課題研究が終わった後も、その独特の性質を追求したいと考え、自主的に継続して詳しく調べることになった。調べていく中で、ダイラタンシーの性質を持つ物質のことを「ダイラタンシー流体」と呼ぶことが分かり、ダイラタンシーのその不思議な性質から、これまでにダイラタンシーを用いた科学実験教室の開催や、例えば「リキッドアーマー」と呼ばれる防弾チョッキなどの応用技術の開発が行われてきたことも知った。しかし、その現象が物理的に分析されていないことも分かり、ダイラタンシーの現象を定量的に調べることにした。本実験では、水と片栗粉との割合を変えた各ダイラタンシー流体において、まずはそれぞれ回転速度や温度などの条件を変えながら回転粘度計を用いた粘度の測定を行い、その後、ある高さからダイラタンシー流体に鉄球を落とし、運動量と力積の関係から流体に生じる瞬間抗力を調べるという実験を行い、その性質をグラフ化・数値化した。前者は専門の測定器を用いた実験・測定で、後者は高校物理を実際に応用した独自の測定方法である。その結果、片栗粉の割合が多くなったり温度が下がったりすると粘度が上がること、ダイラタンシー流体の瞬間抗力は高さや速さが大きくなることと大きく異なるという規則性や法則があることが分かった。今後はより一般的な定式化に取り組み予定である。

### 23JPSA-34 容器で水面に浮かぶ物体をすくったときの物体の動き

私立市川高等学校 代表研究者：前田頼人  
共同研究者：石井隆登

しばしば、水面に浮かんでいるごみを容器ですくおうとすると、容器の外に出てしまうことがある。我々は、容器でごみをすくう際のごみの動きを不思議に思い、ごみを確実にすくえる方法を求めてみようと思った。我々は、すくう前の物体の位置と物体の移動距離の間に、傾きが負の一次関数式が存在すると仮定した。実験は、物体を発泡スチロールの粒で代用し、半円球の容器ですくい上げ、動きを動画で撮影し移動距離を求めた。実験結果をグラフにまとめたところ、半径7.45cmの半円球の容器では、淵から2.00cmまでは、y=xの一次関数式が見られ、非常に高い確率で容器の外に出ることがわかった。2.00cm以降では、データが過剰な部分が多かったが、縁から物体の距離が大きくなると、移動距離は小さくなったので、縁から物体の距離が容器の半径7.45cmになったとき、物体の移動距離は0cmで、一次関数y=x上のある点から傾きが負である直線に変化していくと考察した。確実にごみをすくう方法が確立されれば、人為的な力を加えずに海面に漂う危険物を安全に排除する方法など、社会で応用できる場面があると考えられる。

### 23JPSA-35 カメレオン分子雲領域の多波長観測による星間物質の比較とダークガスの存在

愛知県立明和高等学校<sup>A</sup>、国立名古屋大学教育学部附属高等学校<sup>B</sup>  
代表研究者：木村優太<sup>A</sup>  
共同研究者：渡辺光哉<sup>A</sup>、白田淳一<sup>B</sup>、杉山乙珠<sup>B</sup>

本研究は、愛知県立明和高等学校 SSH 部物理・地学班と、国立名古屋大学教育学部附属高等学校 相対論・宇宙論プロジェクトの共同で、名古屋大学院理学研究科天体物理学研究室の先生方の協力のもと、今年度よりカメレオン分子雲領域におけるダークガスの存在の可能性について調査したものである。宇宙に存在する様々な星の源となる分子雲について多くの研究がされてきたが、未だ解明の日を迎えていない。私たちは宇宙に存在する分子雲の中でも、一般モデルに近いカメレオン分子雲領域における星間物質の分布やその成分を、γ線や電波、赤外線といった多波長の光学的観測によって得られたデータから解析した。具体的には、星間物質と宇宙線の相互作用によって発生する特徴的な放射、中性水素原子/分子ガスの分布、カメレオン分子雲の存在する速度領域を解析することによって宇宙空間でどのように存在しているのかを解析した。また、得られた結果の電磁波の積分強度から分子雲全体の質量を導出し、先行研究ですべてに得られているものと比較すると小さな値であった。その原因について考察を行うと通常の光学観測では解析できないダークガスの存在を考えた。そのダークガスの存在について確証が得られたので報告する。

### 23JPSA-36 朔望月の季節的変化を用いた地球の公転周期の測定

国立名古屋大学教育学部附属高等学校 代表研究者：仁田野竜大

慶應義塾大学インターネット望遠鏡プロジェクトが運営しているインターネット望遠鏡を使った月の継続観測・解析について我々は研究を重ねてきた。インターネット望遠鏡による月の継続観測の結果から地球の公転周期の測定方法について研究を行なった。2015年に2地点に設置されているインターネット望遠鏡を用いた月の同時観測による地球から月までの距離の測定をした。また、月の見かけの大きさの変化と満ち欠けの変化を継続的に観測し、近日点と月の公転軌道長半径、月の軌道離心率、朔望月の測定をした。2017年は、新たに直接的測定の測定量を用いて恒星月を求め、恒星月と近日点から月の軌道上の近日点が太陽重力の影響で回転する周期を測定した。そして、恒星月・朔望月を用いた地球の公転周期と公転軌道の離心率の測定方法を考案した。地球の公転軌道を楕円軌道としたときの朔望月の季節的変化から、地球の公転周期を「理科年表」の値と比べてかなり高い精度で測定することに成功した。しかし、月の近日点の回転周期、地球の軌道離心率は良い値が得ることができなかった。朔望月と恒星月には差があり、地球が太陽を公転していることが間接的に検証できる。また朔望月の周期的変化から、地球が太陽の周りを楕円軌道で公転していることが検証できる。このように、インターネット望遠鏡による月の継続観測から地球の公転周期まで測定できたという点で、この研究は非常に興味深く、大きな可能性を秘めていると言える。

### 23JPSA-37 飛行時間測定器 Multi-gap Resistive Plate Chamber (MRPC) 用増幅回路の開発

東北大学・飛翔型「科学者の卵養成講座」  
(宮城県立宮城県仙台第二高等学校<sup>A</sup>、栃木県立栃木高等学校<sup>B</sup>)  
代表研究者：川崎三葉<sup>A</sup>  
共同研究者：新井駿斗<sup>B</sup>

私たちは、飛行時間測定器 Multi-gap Resistive Plate Chamber (MRPC) 用増幅回路の開発を行った。MRPCの出力信号は波高が数10 mV程度と微弱であり増幅回路が必要である。またシグナルの反射を防ぐため後段の回路モジュールとMRPCの出力信号との特性インピーダンスを合わせる必要がある。その二つの目的のために、回路開発を行った。実際に回路を作成する前に、回路のパラメータ（抵抗やコンデンサの電気容量）を最適化するため、回路シミュレータを用いての候補をいくつか絞り込んだ。作成した回路を用いてMRPCのシグナルをオシロスコープで測定し、その波形をシミュレーションと比較すると似た形になり、また反射も抑えられた。今後は性能評価で時間分解能を評価するためにMRPCの他に、Plastic Scintillation Counterを2つ使用し飛行時間を測定する。これらの飛行時間分解能から各検出器の固有時間分解能を求め、本講演で発表を行う予定である。

### 23JPSA-38 ミューオン観測とニュートリノ観測 ～ミニカミオカンデ計画～

私立西大和学園高等学校 代表研究者：中川奈菜美

宇宙線の存在がHessの実験によって証明されてから現在まで、様々な研究が行われ考察が行われてきた。一次宇宙線は宇宙空間を飛び交う高エネルギーの極めて小さな粒子のことであり、地球に降り注ぐ際、空気原子核にぶつかり二次宇宙線ができ、宇宙線シャワーという現象が起こることが分かっている。本研究では、この二次宇宙線のうち、ミューオンとニュートリノに注目した。まず、ミューオンについてはプラスチックシンチレータと光電子増倍管を用いて観測し、その結果からミューオンの降り注ぐ方向、頻度、速度について考察を行った。次にニュートリノについては、現在稼働しているスーパーカミオカンデが、ニュートリノ振動を観測したことでノーベル賞を受賞し近年注目が集まっており、ハイパーカミオカンデ計画など、さらなる発見に向けて進んでいる。しかしながら、ニュートリノの性質上、観測に使われるのはとても大きな装置のため、限られた人しか関わったり自由に研究することができない。また、予算の関係から検出器に取り付ける装置など妥協しなければならぬ。そこで、スーパーカミオカンデを小さくすることでその問題が解決できるのではできないかと考え、「ミニカミオカンデ」すなわち小型チェレンコフ光検出器の設計を試みた。今回は上記のミューオン観測の実験とミニカミオカンデ計画について、その詳細を報告する。



## 23JPSA-39 ドミノ倒しの規則性を研究する

奈良県立青翔高等学校 代表研究者：井戸上希星  
共同研究者：阪本峻、島村璃奈

私たちのグループは、最初速く倒れるドミノを作りたくて実験を始めた。しかし、ドミノを調べるうちに、速いだけではなく、いろいろなコースや図形を描きながら倒れていくドミノに興味をもち、ドミノ倒しの動きに規則性はないかと考えた。そして、1年目の最初の実験は、市販で買ったドミノ（縦4.3cm×横2.0cm×幅0.7cm、重さ3.23g）を使用して、どの間隔の時が一番速くドミノが倒れるのかを調べた。その結果、ドミノの間隔が1.70cmの時が一番速く倒れることがわかった。また、メトロノームの錘の位置が低いほうが速く倒れる（振り子の原理）ことから、ドミノの重心が低いほうが速く倒れると仮説をたて、ドミノの重心を変えることで、ドミノが倒れる速度がどのように変化するかを調べた。その結果、全く逆の結果となり、振り子の原理と異なることがわかった。そして、2年目ではデータの信頼度を上げるために、統一した規格のドミノを使用する必要性を考慮し、ドミノ協会の公式ドミノ（縦4.6cm×横2.3cm×幅0.8cm、重さ8.58g）を使って再度実験に取り組みを行った。その結果、公式ドミノではその間隔が1.80cmの時が一番速く倒れることがわかった。ドミノの大きさにより、倒れる間隔が違うことから、その他に共通する規則性がないか考察した結果、角度に注目した。そうすると1.70cmも1.80cmの時も、ドミノが倒れて隣のドミノに接触するときの角度が66度であることがわかった。今後、さらに他のサイズでも66度の時が、最も速くドミノが倒れるのかを確認し、さらにどうして「66度」であるのかを検証していきたいと考える。

## 23JPSA-40 ガウス加速器による衝突直前の加速度と転がす球の高さの関係

岡山県立津山中学校 代表研究者：高橋恵吾  
共同研究者：与木溪汰、難波幸大

本研究は、目で確認できないくらい短時間に加速された転がり球の加速度・加速時間と転がり球のスタートの高さに（位置エネルギー）ついて調べた。その結果、高い位置から転がすほど衝突直前の速度が大きくなるので衝突する瞬間の速度も大きくなり、加速度は大きくなると仮説を立てたが、ある高さからは逆に小さくなっていくことが分かった。

## 23JPSA-41 繋がった二つの球体の回転運動の研究

国立津山工業高等専門学校 代表者：息優奈

二つの球体を接着剤で繋いだアレイ状物体の回転運動の力学モデルを立て、独楽の歳差運動の考え方を適用して解析を行った。軸の傾斜角度と鉛直軸まわりの角速度の関係を計算によって求め、2つの球体の大きさや質量の関係で、軸が直立するものと、しないものがあることが分かった。高速度ビデオで撮影した画像を解析することで理論的な予測を検証した。

## 23JPSA-42 心柱を科学する

国立広島大学附属高等学校 代表研究者：磯谷悠太  
共同研究者：末原剛志、谷上淳之介、勝間田奈於、見山さくら

古くから建てられてきた五重塔構造には心柱とよばれる構造がある。塔の頂部のみで相輪と接し、塔の中央を貫通している心柱は多くの五重塔に用いられている。その中でも法隆寺の心柱は劣化のために地面から宙に浮いており、吊られている状態にある。本研究では、吊られている状態でも制振作用を発揮する心柱の不思議に着目し、心柱が構造物に及ぼす具体的な効果と条件を研究することを目的とする。

仮説として心柱が揺れることで共振振幅を調整し、心柱が揺れのエネルギーを吸収していることや構造物全体の揺れと逆方向に心柱がぶれることで揺れを減衰させていることを挙げ、実験を行った。まず地震動の横揺れを再現する装置を作成した。五重塔のモデルはバルサ材を用いて作成し心柱は木製棒と金属製の細い棒を用いた。このモデルに振動を与えて、揺れの様子を動画撮影し、観察した。心柱は床面に設置させた場合と屋根部分に吊り下げた場合の2通りを調べた。実験結果から木製棒を用いた場合は一定の制振効果を発揮し、金属製の棒を使用した場合には、心柱の揺れと構造物全体の揺れが一致すると倒れやすくなることが分かった。また長さの違う心柱の比較から心柱自身の重心の位置が揺れに関係していることが考えられた。今後はモデルの材質や構造を検討したうえで改良を行い、より揺れが顕著になるモデルの作成をし、新しいモデルを用いて、心柱の重心、質量等の条件を変えた実験を行う。

## 23JPSA-43 ブランコ運動再現装置「ブランコ君」の製作

愛媛県立小松高等学校 代表研究者：伊藤永愛  
共同研究者：伊藤駿希、服部祐生、越智悠吏

本研究では、ブランコの運動を再現する実験装置「ブランコ君」の製作に取り組んだ。ブランコ君では、モーターの回転運動をクランクの機能により、おもりの鉛直方向の移動に変えることで、ブランコの重心移動を再現している。レーザーポインタ、光センサー、パソコン計測システム「Dr. DAQ」などを用いて、ブランコ君の振り子運動での最下点の速さの測定を行った。モーターの回転と振り子の周期が調和していれば、実際のブランコのように速さが増加し、ブランコの運動を再現することに成功した。また、周期の測定も行い、振り子の等時性がブランコでも成り立つことが確認できた。しかし、仕事と運動エネルギーの変化については、効率がかなり小さい結果となり、今後さらに研究していきたい。

## 23JPSA-44 免震構造の組み合わせによる免震効果の増強

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 代表研究者：掛上剛

どの揺れにも（震度が大きい／小さい、揺れが早い／ゆっくり、地震の揺れ幅が大きい／小さいなど）対応できる構造を免震構造に着目し研究を行った。現在、地震の揺れを建物に伝えない（小さくする）免震構造は低層建築には有効だが、高層建築には不向きである。なぜなら、免震構造は地震の揺れを長周期振動に変えてしまう特徴があり、さらに高層建築は長周期地震動で大きく揺れてしまうという弱点をもっているためである。そこで、免震構造を各層の間に使用する事で、地震の揺れが免震され、上層に行くほど揺れを減らせるのではないかと考え、新しい建築構造を考案した。

## 23JPSA-45 自重力ホバークラフトの滑走距離に関する研究

北海道札幌北高等学校 代表研究者：清水雅矢  
共同研究者：岡田もも、栗林夏鈴、今みなみ、大山真之介、岩村颯真、大泉幹、黒川舞羽、山岡桃子、吉野あおい

これまで、ホバークラフトの模型は、上部の風船に入っている空気が穴から勢いよく排出されることで、機体と床の間に空気の層ができ、床との摩擦が小さくなり、そこに力を加えることで機体がなめらかに進むというのが一般的であった。しかし、板に穴の開いた袋をつけ、袋に入った空気を本体重量によって押し出し、機体と床の間に空気の層ができることで、摩擦が小さくなり滑走する自重力ホバークラフトがあることを知った。このホバークラフトを実際に作成したところ、機体の条件によって滑走距離に大きな差が生じた。そこで、ホバークラフトの滑走距離が最も長くなる条件を調べるため実験を行った。本研究では、発射時の力の大きさ、袋の穴の大きさ、本体質量に着目した。段ボールで作った発射台に輪ゴムを取り付け、発射台をニュートンばねばかりで引き、ホバークラフトに発射台を当てることでホバークラフトを常に一定の力で発射できるようにした。また、ホバークラフトの後端を発射装置の0cmの目盛に合わせ、発射後完全に停止したホバクラの後端までの距離を測定し、それを滑走距離とした。今回の実験で、発射時の力が大きいほど初速度が大きくなるため、滑走距離が長くなること、本体質量が小さいと排出される空気の量が少ないため、穴の大きさの影響を受けにくいこと、本体質量を30、60、90gで比較すると30gのときに最も滑走距離が長いこと、穴が一定の大きになると、ホバークラフトと床の間の空気の層の厚さが変化しなくなるため、滑走距離が変化しないことが分かったので報告する。

## 23JPSA-46 ビー玉スターリングエンジンのモデル化～回転軸の位置と周期の相関について～

私立西南学院中学校高等学校 代表研究者：牛尼素造  
共同研究者：小野瑞生、野津原悠太、満瀬暖大、伊藤孝起、濱地亮平、彼杵真由

スターリングエンジンは世界で環境問題が懸念される中、新たな熱機関として注目されており、カルノーサイクルを実現しうる熱機関である。ビー玉スターリングエンジンは理論上では、外部から温度差を与え続ける限り動き続ける熱機関であるが、実際は10分程度で動作が不安定になり停止してしまう。ビー玉スターリングエンジンを自作し安定して動くことができなくなる要因を探った。熱探知カメラでエンジンの温度を測定した結果、停止の要因として器具全体の温度が上昇することがわかった。また、回転軸の位置が振動の様子に影響していることが分かった。回転軸の高さを上げると振幅は大きくなり、回転軸から注射器までの距離が長いほど周期は大きくなった。回転軸から注射器までの距離と周期の関係をグラフにすると、周期は距離の0.47乗に比例していることが分かった。ビー玉が斜面を移動する時間をもとに周期に関するモデル化を進めたところ、周期は距離の0.5乗に比例した。モデル化によりビー玉の数や気体の膨張量なども周期に関係していることが分かった。

## 23JPSA-47 物体の境界面における水が摩擦に及ぼす影響についての研究

岡山県立津山高等学校 代表研究者：上原大和  
共同研究者：芦田雄斗、石原健成、坂本涼、杉山雅和

私達は、水がどのように摩擦に影響するのかを調べた。初めに、斜面を用い、水の有無や水の体積が摩擦係数に及ぼす影響を調べた。その結果、大気圧による吸着が大きき影響することが分かったが、斜面の実験では、その他の複雑な影響があり、データが大ききばらついていた。そこで、ハイドロプレーニング現象を研究し、より水量の多い場合について調べた。全ての実験を通し、水量が多いほど複雑な要素が絡み、物体が受ける影響が大きくなるという結果を得た。

## 23JPSA-48 クロール泳の体幹部自身の回旋・曲折運動が与える推進効率の影響の研究

私立玉川学園高等部 代表研究者：戸塚雄一郎

本研究では、水泳の泳法の一つであるクロール泳において、体幹部自身の回旋・曲折の運動がどのような効果をもたらすかを調べた。水泳は数多くあるスポーツの中で長い歴史を持っている。1896年に行われた近代オリンピック第1回アテネ大会では、既に競技種目として水泳は行われた。約100年間で男子100m自由形の場合、おおよそ20秒も記録が短縮した。この記録向上には、科学の成果も関わっていると考えた。現在、シミュレーションによって水泳の運動を解析することは可能になったが、人体の一部の骨や筋肉といった運動器官を変化させる条件として実物を用いて実験を行い、人体の仕組みやより速く泳ぐ方法を見つけてもらうとした試みはなかった。そこで、本研究ではクロール泳において、運動器官である体幹部に注目した。まず初めに、基本的な水泳人体モデルを製作し、そのモデルの牽引力と速度、入力した電流と電圧によって推進効率を求め、運動のようすを把握することができた。本実験では、速度を0.03m/sと仮定しモデル上での推進効率は1.5×10<sup>-3</sup>であることがわかった。また、プルスイム（腕および手のみを動かして進む泳ぎ方）において、推進力は一定ではなく、肩の回転周期の半分の時間の間隔ごとに生み出す周期性があることがわかった。人体を用いず結果が安定すると予想されるモデルによって実験的に水の中を運動する物体を調べようとした点において、新奇性があると考えている。

## 23JPSA-49 垂直配向カーボンナノチューブを用いた最大静止摩擦係数の測定

私立洗足学園高等学校 代表研究者：福田美実

固体間の摩擦において、摩擦力が垂直抗力に比例することがアモントン・クーロンの法則として知られている。このことは、摩擦界面の一部が接触しており、その面積が垂直抗力に比例して増加することで摩擦力が増加することが原因であると考えられている。我々はナノスケールに細く柔軟なカーボンナノチューブ（CNT）を用いることで、垂直抗力による面積の増え方が通常の固体間とは異なる界面が得られると考えた。またこれまでにCNT自体の純粋な摩擦力を測定した報告はない。そのためCNT自体の摩擦力を測定することで、摩擦の概念を覆す結果が得られると考えた。

本研究ではCoとFeを触媒として高密度にCNTが密集した垂直配向CNTを作製し、摩擦力と垂直抗力の関係を測定した。それぞれの試料において垂直抗力が小さい領域では、大きい領域に比べて最大静止摩擦係数が大きく観測された。これは、摩擦係数が一定であるというアモントン・クーロンの法則とは異なる。またCo触媒に比べてFe触媒によって作製された垂直配向CNTの摩擦係数がより大きい値を示した。CNT表面を走査電子顕微鏡により観察比較を行った結果より、これはFe触媒によって作製されたCNTと基板との界面がより密に接触していることが要因であると考えられる。本研究は理学的な分野だけでなく、材料工学の基礎研究にも有意義である。

## 23JPSA-50 ニュートンビーズのメカニズムの解明

私立本郷中学校・高等学校科学部 代表研究者：白居幸希  
共同研究者：青木大輔、吉原直輝、赤澤佳、江花一輝、掘田悠真

お風呂の栓などに使われているボールチェーンを容器に入れ、ボールチェーンを端から落下させると弧を描きながら落下する。この弧を描いて現象をニュートンビーズという。以前までの研究で、ニュートンビーズの発生と同時にボールチェーンが螺旋運動（らせんうんどう）をすることがわかっている。今回の実験では、ニュートンビーズの発生要因やメカニズムを解明することやニュートンビーズをモデル化することを実験の目的とした。ボールチェーンを2つに折り曲げようとするときと曲げた先に角度制限のある輪（以下、角度制限の輪を最小円とする）が発生する。このボールチェーン独特の性質に着目し、最小円が発生しない鎖を比較対象として準備して実験を行なった。これらの試料を落下させ、ハイスピードカメラで撮影した。また、チェーン（以下、ボールチェーンと鎖の総称とする）の上昇距離や速さも測定し、ニュートンビーズのメカニズムを考察した。

結果としては、ボールチェーンと鎖の両方でニュートンビーズが発生し、ボールチェーンの方が高くチェーンが上昇した。ニュートンビーズが発生する要因は運動中のチェーンが他のチェーンに引っかかることで力積が働き、その結果上向きの運動量をチェーンが持つためであるとわかった。また、得られたデータからチェーンは加速後に等速運動をすることがわかり、チェーンの力学的エネルギーからチェーンの速度の式を立てた。

## 23JPSA-51 人間の足裏にあるアーチ構造がバランス維持能力に与える影響についての研究

私立市川高等学校 代表研究者：加藤泰成

本研究では、人間の足裏のアーチ構造がバランス維持能力に対して与える影響について測定と考察を行なった。まず、被験者一人一人に対し、アーチ構造を拘束するサポート材を石膏で作成した。その上で、圧力分布センサーを用いて、人間の床面に対する圧力中心を測定し、モーションキャプチャを用いて、頭と腰の三次元的位置を測定した。測定条件は、直立、片足立ち（右足、左足）の3種類と、それぞれの条件での閉眼時と閉眼時の計6種類を、サポート材によってアーチ構造が拘束されているときと拘束されていないときの2パターンで測定した。モーションキャプチャから得られたデータより、直立閉眼時の実験開始直後の身体の前傾きの角度を求め、サポート材が無い時を正常として、サポート材がある時の正常時に対する角度の差を求めた。また、圧力分布センサーとモーションキャプチャで得られたデータそれぞれに対し、矩形面積を算出し、それらのうち、閉眼時の面積を閉眼時の面積で割り、ロンベルグ率を求めた。求めたロンベルグ率を直立、右足立ち、左足立ちのそれぞれでサポート材のあるなしで比較を行なった。また、そのデータに対し統計的解析（T検定：有意水準5%）を行なった。その結果、身体の前傾きの角度の差が±2%未満であったため、サポート材の有効性が確認された。また、ロンベルグ率から、サポート材が無い時の方がバランスが良いことがわかった。これらことから、人間は足裏のアーチ構造がある時の方がバランスを維持しやすいことが示唆された。

# 23JPSB

## 23JPSB-01 ポリスチレン・シートの熱収縮の異方性と偏光特性

私立松山聖陵高等学校 代表研究者：鶴井翔太  
共同研究者：高木漸十、本田隆馬、渡部友喜

ポリスチレン・シートは、熱可塑性樹脂であり、加熱すると軟化し可塑性をもち、冷却すると硬化し固まる。市販のプラバンを加熱加工すると、面積が4分の1以下に減少するが、厚さが約6倍に増加し、その結果として熱収縮はほとんど変化しない。変形前後の熱収縮率を測定すると、厚み方向だけでなくシート面内の縦方向と横方向の収縮率が異なり、面内にも異方性が見られた。これらのプラバン・シートを2枚の偏光板に挟んで観測した。蛍光灯から出た白色光を、重ねた原料シートに通過させると分散し変色して見え、加工シートに通過させても色の変化は小さかった。市販のゼロハンテプのように屈折率の異方性が知られている材料を重ねると様々に色づくことから、圧延加工してある原料シートにはもともとわずかに屈折率の異方性が存在し、加熱加工することによりその異方性が小さくなったと考えられる。

## 23JPSB-02 磁石球間及び磁石球／鋼球間に働く磁気力と距離の関係 第3報

私立札幌日本大学高等学校 代表研究者：牧野楓也  
共同研究者：佐藤琉聖

我々は前報告で、ネオジム磁石球間の距離が大きくなると、ネオジム磁石球間に働く磁気力は球心間距離の4乗に反比例するという実験結果を、クーロンの法則に基づき証明した。また、ネオジム磁石球／鋼球間に働く磁気力についても、球心間距離が大きくなると、磁気力は球心間距離の7乗に反比例するという実験結果を、クーロンの法則に基づき証明できることを見出した。本研究では、ネオジム磁石球間及びネオジム磁石球／鋼球間の距離を小さくしたとき、球体間に働く磁気力と距離の関係はどのようになるのかを明らかにするとともに、その関係についてクーロンの法則に基づき理論的に考察することを目的とした。ネオジム磁石球は直径10mmの球体を、鋼球は直径が10mm、15mm、及び20mmのクロム球を用いた。近接距離において、ネオジム磁石球間に働く磁気力は球心間距離の9乗に反比例し、ネオジム磁石球／鋼球間に働く磁気力は鋼球の直径に関わらず、球心間距離の約24乗に反比例した。前報告と同様、ネオジム磁石球及び鋼球をそれぞれN極とS極の点磁極モデルで表すと、磁極間距離及び磁気量を変えることで近接距離においても、磁気力と球心間距離の関係はクーロンの法則に基づき理論的に証明できることがわかった。本研究の結果から、ネオジム磁石球及び鋼球をある距離だけ離れたN極とS極の点磁極でモデル化することによって、ネオジム磁石球間及びネオジム磁石球／鋼球間に働く磁気力を球心間距離に関係なくクーロンの法則に基づいて議論できると考える。

## 23JPSB-03 非接触力を介したエネルギー変換効率の研究

私立市川高等学校 代表研究者：坂本和樹  
共同研究者：加藤泰成

本研究では、非接触力を介した静電エネルギーから運動エネルギーまでの変換を電磁加速器の一種のコイルガンを用いて行い、コイルの巻数や長さが変換効率に与える影響について考察した。コイルガンとは、コイルにコンデンサーをつなぎ短時間に強力な磁場を発生させることで、強磁性体の飛翔体を磁化させ、加速するものである。この装置において巻き数と長さが150回巻き6.7cm、300回巻き6.7cm、450回巻き6.7cm、300回巻き13.5cmの4本のコイルと、静電容量が2200 $\mu$ F、3200 $\mu$ Fの2種類のコンデンサーを用い、それらを組み合わせて実験を行った。これらの変数が飛翔体の運動エネルギーとコンデンサーに蓄えられていた静電エネルギーの変換効率に与える影響を調べたところ、最も変換効率が高かったのが450回巻き6.7cmのコイルと2200 $\mu$ Fのコンデンサーを用いた組み合わせで、最も低かったのが450回巻き6.7cmのコイルと3200 $\mu$ Fのコンデンサーを用いた組み合わせであった。またその他のデータなどから、飛翔体がコイル内の磁束密度が最も高い場所を通過するタイミングと、コンデンサーの電流が流れきるタイミングが重要であることがわかった。飛翔体は磁束密度が最も高い場所に向けて力を受けるが、飛翔体はその場所を通過する時点でコイルに電流が流れていると、進行方向と逆向きに減速する向きに力を受けてしまい、結果的に効率が下がってしまうのである。また、実験を通した平均変換効率が0.0249%で、全体的に著しく低いという問題も浮き彫りとなった。これはコイルが飛翔体の加速に関係のない磁場も発生させている為だと考えている。

## 23JPSB-04 備前焼における胡麻及び緋摺の形成に関する研究

岡山県立玉野高等学校 代表研究者：柏谷啓太

岡山県を中心に生産される、釉薬を用いない焼き物である備前焼の発色の機構の一つである、胡麻と呼ばれる現象がどのような過程で現れるのかを、木炭の粉末を用いて、温度変化を中心に調べた。粘土のプレートの上に備前炭を置き、焼成温度を300℃から1200℃まで100℃刻みで変化させたところ、1200℃で木炭が焼けてできた灰が溶融し、冷却過程でガラス状に固まった胡麻の形成が確認できた。また、さらに、木炭以外の物質でもどのような発色が見られるのか、粘土のプレートの上に植物を中心に様々なものを置いて焼成したところ、乾燥した稲藁では赤くなる緋摺のみ観測されたが、他の植物の多くで緋摺と胡麻とが共存している様子が観測できた。さらに、胡麻の中に部分的に青い点を確認できた。今後は稲藁以外の植物で胡麻と緋摺が同時にできる仕組みや青い点について研究したいと考えている。

## 23JPSB-05 イルミネーションの色は温度で変わる～低音環境下でのスペクトル変化～

東京都立科学技術高等学校 代表研究者：上田隆平  
共同研究者：吉田美侑

私たちはこの研究で、温度の低下で常温時よりも長い波長が観測できると仮説を立て、温度変化によるスペクトルの変化を確認する実験を行った。結果は、LEDの発光スペクトルは温度の低下で短波長になった。これはLEDの構造が関係していると考え、実験結果をもとにバンドの構造が低温になるとどのように変化するかを独自の検出方法によって考察した。実験結果より、赤色LEDのバンドギャップが広がり、伝導帯の最大エネルギーバンドと価電子帯の最小エネルギーバンドはほとんど固定される。青色LEDはバンド幅が狭まってバンドギャップが広がり、伝導帯の最大エネルギーバンドと価電子帯の最小エネルギーバンドが近づくと考えられる。以上より、バンド構造の変化を図にまとめ、それぞれのLEDの波長からバンドギャップのエネルギー状態について求め、考察をデータとして読み取った。長波長端のエネルギーはバンドギャップのエネルギーと同じだと考え、長波長端のエネルギーの数値化を行った。

## 23JPSB-06 電磁石を用いたガウス加速器に関する研究

愛媛県立西条高等学校 代表研究者：高木翔太  
共同研究者：木村佳祐、川戸稜介

磁場の強さを自由に変化させるためガウス加速器に用いられるネオジム磁石を電磁石に変えた。電磁石に流す電流の大きさと電磁石に衝突させる鉄球が磁場から得る位置エネルギーの関係を考察した。まず、衝突させた鉄球と飛び出したガラス球の運動エネルギーの比較から、衝突の際、力学的エネルギーが大きく損失することが分かった。鉄球が磁場から得る位置エネルギーは電磁石に流す電流の大きさに比例することが分かった。また、電磁石への突入速度が大きいかほど磁場から得られる位置エネルギーが大きくなることも分かった。

## 23JPSB-07 圧電素子と電磁誘導による発電量の比較実験

私立福岡大学附属大濠高等学校 代表研究者：浦悠人  
共同研究者：青木健

我々は、東京駅で床を踏むことで発電可能な床発電について知った。床発電には圧電素子が利用されていることが分かり、床発電の圧電素子の発電効率が本当に実用的な量の発電量なのか疑問に思った。そこで、床発電などに用いられる圧電素子による発電量と、磁石と導線を使ってできる電磁誘導による発電量を比較し、考察した。

## 23JPSB-08 カーボンナノチューブのオゾンによる損傷の評価

私立青山学院高等部 代表研究者：石川諒

CNTはその強度と軽さから宇宙エレベーターのケーブルとして利用が期待されている。本研究では、カーボンナノチューブ（CNT）が宇宙空間に置かれた時の外的影響について、特に成層圏でのオゾンが与えるダメージについて東京理科大学本間研究室の協力のもと調べた。試料としてC<sub>60</sub>触媒・Fe触媒を用いて作製した垂直配向CNTを用いた。それにオゾンによる一定の時間間隔で照射し、ラマン分光法によって時間ごとのDバンドとGバンドの比を評価することで劣化具合を調べた。実験結果からCo触媒・Fe触媒を用いて作った垂直配向CNTどちらのサンプルもD/G比が大きくなった。このことよりCNTがオゾンによるダメージをうけていることがわかった。前者は短い照射時間でD/Gバンド比が大きくなり、後者はゆっくりと上がっていった。これは前者のCNTは密度が小さく、後者のCNTは大きかったため、オゾンの侵入のしやすさが異なることが要因であると考えられる。今後はオゾンによるCNTの劣化の差についてCNTの太さや基板に対しての厚さ、CNTの形状の影響についても調べていく予定である。



## 23JPSB-09 金属メッキによるゼーベック効果への影響

東京都立多摩科学技術高等学校 代表研究者：立入蓮  
共同研究者：高瀬智早

廃熱として捨てられる熱エネルギーの有効利用法の1つに、ゼーベック効果がある。ゼーベック効果とは、二種の異なる金属の接合部に温度差を設けることで温度差に比例した起電力が生じる現象であり、熱エネルギーを電気エネルギーに変換する熱電効果の1つである。1821年にゼーベック効果が報告されて以来、様々な効率化の手法が提案されており、1929年にヨッフエが半導体を使用することで効率が向上することを提案し、実用に至っている。一方で、高効率なゼーベック素子は構造が複雑であり、製作コストが高いという課題がある。そこで私たちは、より安価な金属上に、少量の異種金属をメッキすることにより、より効率的なゼーベック素子が製作可能であるか検討した。金属メッキを考えることは、耐食性の付与の観点からも、重要な意味を持つ。具体的には、被メッキ金属に銅を用い、ニッケル及び錫でのメッキを比較した。また、メッキ時間を複数設定し、メッキの厚さとゼーベック効果による熱起電力の関係について調べた。結果として、メッキの厚さが増せば増すほど、生じる熱起電力の値は小さくなった。これは、比較対象としたアルミニウムに対するニッケルや錫のゼーベック係数が、銅のそれよりも小さいため、メッキの厚さに応じてメッキ金属の特徴が付与されたためだと考える。また、メッキの厚さが薄く、不十分である場合には、温度差と熱起電力との比例関係が成り立っていないことも観測された。メッキ金属の影響についてはわかっていないことも多いため、今後も調査していくことが課題である。

## 23JPSB-10 3力のつりあいを利用した永久磁石による反磁性磁化率・常磁性磁化率の測定 第3報

大阪府立春日丘高等学校 定時制の課程<sup>A</sup>、大阪府立大手前高等学校 定時制の課程<sup>B</sup>  
代表研究者：神野佑介<sup>A</sup>  
共同研究者：新居優太郎<sup>A</sup>、今林潤<sup>A</sup>、鷺見香莉奈<sup>A</sup>、間石啓太<sup>A</sup>、若林健流<sup>B</sup>、鷹金舞<sup>B</sup>、松田孟男<sup>B</sup>、幸田嘉斗<sup>B</sup>、詰心郷<sup>B</sup>、柏木ハツエ<sup>B</sup>、佐古佐世子<sup>B</sup>

磁場勾配による磁気力を用いた磁化測定は、磁気天秤を用いた計測で古くから行われてきた。既存の磁気天秤法では、試料を鉛直方向の磁場勾配の中にするすることで、重力と磁気力を鉛直線内でバランスさせる。これに対し、私たちは2014年、2015年に日本物理学会 Jr. セッションにおいて、試料にかかる磁場勾配力を重力と直交させることによって、反磁性磁化率を比較的高い精度で計測できることを報告した[1, 2]。今回、この装置に関して、磁気回路の形状、および測定方法を改良することで、磁化率測定精度の向上を試みた。その結果、現実存在する物質の磁化率の範囲をほぼ数%の誤差で測定することができた。

## 23JPSB-11 物理的観点による沖縄方言と標準語の母音の比較 2 ～後世に残す沖縄方言～

沖縄県立球陽高等学校 代表研究者：島袋航弥  
共同研究者：城間未唯、銘苅紗也、仲村春乃

言語学では発音記号とアクセントが同じなら一人の話者が発声する単語の母音は同じとされているが、昨年度の研究で物理的に精密測定した結果、「沖縄方言と標準語の母音 /a/, /i/, /u/ のフォルマント周波数※1にはわずかな違いがあり、話者が使い分けている」ことが分かった。しかし課題として、1人だった言語資料提供者のサンプル数を増やし、精度を高めることが挙げられた。そこで今年度の研究では言語資料提供者を1人増やし、昨年度の結果の検証を行った。また、音韻的に変化してできた沖縄方言の母音 /i/, /u/ と、もともと沖縄方言の母音 /i/, /u/ のフォルマント周波数の分布の比較・検証を行った。さらに、自分たちで口の開きを意識的に変えることで、母音 /a/, /i/, /u/ の第1フォルマント周波数もそれに対応して変化するのか実験を行った。

その結果、話者を変えても昨年度の結果が成り立つことを検証できた。また、音韻的に変化してできた沖縄方言の母音 /i/, /u/ は、もともと沖縄方言の母音 /i/, /u/ とは違う音であり、変化してできた母音 /i/, /u/ の方がはっきりと発音されていたことがわかった。さらに自分たちで意識して単語を発音することで、話者が無意識に使い分けている音声の違いを母音 /a/ のみで再現できた。

※1 フォルマント周波数：音声スペクトル包絡上で特定の周波数領域にエネルギーが集中して生じる山をフォルマントといい、その周波数をフォルマント周波数という。音声科学では「母音は第1フォルマント周波数と第2フォルマント周波数で決まる」とことがわかっている。

## 23JPSB-12 水面波で浮遊物が動くメカニズムの数理的考察

兵庫県立古川東高等学校 自然科学部物理班 水波チーム 代表研究者：小林秀太  
共同研究者：前谷風弥、多湖崇人、国村亮太、田中翔、鈴木光希、代谷華香

昨年度までの研究で、筆者らはスピーカーの振動を使ってアゾラなどの浮遊物を移動させる研究を行っていた。10-100Hzまで周波数を変えて実験を行ったところ、他の浮遊物は全ての周波数で移動したが、根が絡まりクラスターを形成するアゾラは40Hzのみで動くことが分かった。40Hzで特異的な模様が見られたことから、模様が浮遊物を効果的に移動させると考え、実験1で模様について考察した。その結果、模様は20Hz以降の全ての周波数で見られる合成波が原因で、アゾラが40Hzのみで動いた理由にはならないと結論づけた。また、振動装置には水平方向への振動も発生していることがわかり、40Hzでその振幅が最大になった。ここから水水平方向への振動がアゾラを動かす力になったと考えた。次に、実験2で正弦波での浮遊物移動のメカニズムの仮説を立てた。動画解析から、浮遊物は波が衝突することにより移動しており、波は浮遊物に衝突した後に波高が減少していることが分かった。また、水面波は水分子の回転運動の伝搬であるという文献から、波は横成分の力も持つことが分かった。ここから、波の持っていた運動エネルギーが浮遊物に衝突して失われ、その力が浮遊物移動に使われるというメカニズムの仮説を立てた。その仮説から立式し、予測される浮遊物の加速度を求めた。この理論値と実験で得た加速度を比較したところ、誤差はあるものの概ね一致するような値が得られた。今後は変数を変えて実験理論をより確実なものにするるとともに、合成波でも浮遊物移動のモデルを立て、この技術の実用化につなげたいと考えている。

## 23JPSB-13 なぜ蜘蛛の糸は虹色に輝くのか

国立津山工業高等専門学校 代表研究者：井上聡一郎  
共同研究者：今村有希

蜘蛛の巣が太陽光に照らされて虹色に輝く現象は、その観察される角度の広さや色合いの変化が少ないことから、屈折や干渉による単純な分光現象ではないと思われる。本研究では、蜘蛛の巣が虹色に輝く現象について、観察と干渉計算による考察を行った。その結果、蜘蛛の糸に数珠状のほぼ周期的な構造物があると虹色に輝き、数珠状の構造物が太陽光を散乱し隣接する狭い領域内で干渉を起こすことで、色付くのではないかと推測された。

## 23JPSB-14 3音のうなり

—3音の振動数とその合成波のうなりとの関係性—

私立市川高等学校 代表研究者：坂本翔太郎  
共同研究者：馬場優花

動機

周波数が大きく異なる3音を発生させると、聞こえないはずのうなりが実際に聞こえたことを疑問に思い、3音のうなりの研究を始めた。

目的

周波数の異なる3音を合成したときに生じるうなりと、その3音の周波数との関係を調べた。

研究方法

ファンクションジェネレーターを音源とし、3音を重ねて聞いた時の1秒間におけるうなりの回数を観察した。また、合成音をマイクで拾いパソコンに取り込んだり、シミュレーションを行ったりすることで、合成波の波形を観察した。

結果

3音の周波数が簡単な整数比になる場合を除いて、各音の周波数が近くても離れていてもうなりは発生した。

結論

三角関数における2つの波の和を積の形に変える式変形から発想を得て、3音の周波数が等差関係にある場合では、3つの波の和の式を2つの波の積の形に変形できた。ここから求めらるうなりの回数も実際に聞いたときの値と一致したため、周波数の近い3音のうなりについて説明することができた。ここで周波数の離れた3音のうなりについて説明するために、各波の周期に着目して周波数の離れた2音でもうなりが発生することを証明した。以上の2つの考察から、周波数の離れた3音でも、うなりが発生することが説明できた。

今後の展望

等差でない3音の場合、式変形が困難で一般化が難しいため、先に合成波の波形からどのような2成分の積の式に変形できるかを推測し、どのような関係性にあるのか考察を進める。

## 23JPSB-15 重力レンズと等価な光学レンズ

愛知県立明和高等学校 代表研究者：山内一輝  
共同研究者：石井大智

大質量天体による重力場で光の軌道が曲げられる現象のことを重力レンズ現象という。私たちは、重力レンズと同じように光を曲げる光学レンズ（重力レンズと等価な光学レンズ）の形状を一般相対性理論から導出している論文を読み、自分たちで重力レンズと等価な光学レンズの作成方法を考察し、実際に作成しようと考えた。そして、それを用いて重力レンズについての理解を深めようと考えた。

前回の研究では、重力レンズと等価な光学レンズを2通りの方法で作成した。しかし、精度を確認するため行った性能評価の実験の結果、作成した光学レンズはあまり精度が高くないことが分かった。また、性能評価の実験は、正確に行うことが困難であった。本研究では、重力レンズと等価な光学レンズを、前回に加えて新たな方法で作成し、作成した光学レンズの性能評価を前回よりも正確性の高い実験で行った。性能評価の結果、今回作成した光学レンズは前回作成したものよりも精度が高いことが分かった。作成した光学レンズを通して見える光景を観察したところ、光学レンズの位置と見える光景に関係があることに気付いた。これは重力レンズにおいて、重力場を作る大質量天体の位置によって、重力レンズを通して見える光景が変わることを意味していると考えられる。そこで、その関係を調べるために、作成した光学レンズの位置を動かし、そのときに見えるアインシュタインリングの大きさを実測した。

## 23JPSB-16 牛乳はなぜ白いのか

群馬県立藤岡中央高等学校 代表研究者：瀬上大介  
共同研究者：井上駿、板倉龍聖

本研究では、無脂肪乳・牛乳・生クリームを4倍ずつ、47=16384倍まで希釈し、各濃度における牛乳の色と散乱の様子を写真に撮って分析を行った。RGB分析では「①赤色(R)、②緑色(G)、③青色(B)」の3色レーザーをそれぞれ希釈液に照射して撮影した。偏光分析では赤色レーザーを希釈液に照射し、偏光板をカメラの前に置き、「①偏光板なし、②透過軸がレーザーと垂直、③透過軸がレーザーと平行」のものを撮影した。その結果、希釈しない無脂肪乳・牛乳・生クリームが白い理由は散乱の種類によらず、多重散乱によってRGBが完全に散乱されるためであることが分かった。レイリー散乱とミー散乱の違いが現れるのは、色(RGBの散乱の違い)に関しては256倍程度に希釈した場合、偏光に関しては1024倍以上に希釈した場合であることが分かった。

## 23JPSB-17 気柱共鳴管内に物体がある？～共鳴点の規則性～

北海道札幌北高等学校 代表研究者：大泉幹  
共同研究者：黒川舞羽、山岡桃子、清水雅矢、岡田もも、岩村颯真、大山真之介、栗林夏鈴、今みなみ、吉野あおい

音源にイヤホンを用いた気柱共鳴の実験の際に、音源を管内に入れると、音源が管外にあるときよりも共鳴音がはっきりと聞こえることに気がついた。実験を続けていくと管内に存在する音源の位置によって、共鳴点の位置が規則的に変化することを発見した。しかし、教科書で学習する内容では波長が変わらなければ共鳴点に変化することはないはずなので、この共鳴点の変化を高校の授業の内容だけでは説明できない。そこで、我々は、共鳴点の変化が管内に存在する音源の体積や形状によるものなのではないかと考え、実験を行った。そこで、開口部に音源を固定して、管内に球形、円盤形、円柱形の物体を入れた実験をすると、物体の位置によって規則的な共鳴点の変化がみられた。物体が腹にあるときは、物体の断面積と物体の高さに影響を受けて、共鳴点が上昇し、共鳴点の変位は共鳴管の断面積に対する物体の断面積の割合に比例する。物体が節にあるときは、物体の高さによって共鳴点があわずかに下降するが、その変位の大きさが実験誤差に比べ小さかったので規則性は分からなかった。

## 23JPSB-18 銅鑼の打撃音における振動数の変化の解明

愛媛県立新居浜南高等学校 代表研究者：田中未希己  
共同研究者：白石竜也, 小地原瑞樹, 森実立晟

中国の銅鑼の音を聞いていると、打撃後にだんだん音の振動数が大きくなるものと振動数が小さくなるものがある。この現象を不思議に思い、調べることにした。今回の研究では音の振動数が徐々に大きくなる銅鑼「回音班鑼(ホイ・イン・パン・ルオ)」と音の振動数が徐々に小さくなる銅鑼「京鑼(ジン・ルオ)」について研究を行った。打撃時のエネルギーと発生する音波の振動数の関係、ネオジウム磁石を用いた振動の節の測定、レーザー光を用いた振動の節の測定、金属のたわみと打撃音における振動数の関係について実験を通して調べた。その結果、レーザー光を用いた実験では、銅鑼を打撃したときに振動してない節の部分の観測に成功した。また、打撃後に節が移動している様子も確認できた。これらの結果から、銅鑼の打撃時には中心部に定常波が出来ており、その両端の節の位置が移動することによって振動数が変化していることが判った。節の位置が変化する理由は、打撃したことによる銅鑼の変形によって銅鑼内部の曲率分布が変化することによるものであると考えているが、これについてはさらに検証が必要であり、今後の課題である。

## 23JPSB-19 振動スピーカーを用いたうなりの可視化の研究

熊本県立宇土高等学校 代表研究者：和田純佳  
共同研究者：梅川なるみ, 小佐井彰花, 成松紀佳, 森田成美

2つの音の周波数がほとんど同じ場合、音の高さの微妙な違いを聞き比べることは難しいが、うなり(beat)を利用すれば簡単に知ることができる。うなりは、振動数がわずかに異なる2つの波が干渉して、振幅が周期的に変わる合成波が生成される現象で、ピッチがわずかに異なると周波数の差に相当する周期で音の強弱が聞かれ、ピッチがある程度まで離れたと両者は別の二音として聞こえることが知られている。我々は、先輩らの行ってきた研究の中で、振動スピーカー(コーン紙を除いた振動子だけのスピーカー)から発生するうなりに同期して揺れるケープルに大変興味を持った。うなり音は耳で確認することはできても、マイクやオシロスコープなどセンサやモニターを使わなければ目で捉えることはできないことから、本研究では、うなりを安価で簡単に可視化する装置の開発を目指した。音源は周波数の異なる2つの音を生成できるトーンジェネレーターを用いた。結果、ポリプロピレン(PP)のシート片を振動スピーカーで挟んでうなりを発生させたところ、シート片の先端がうなりの回数と同期して振動することを確認した。さらに、シート片の長さ、うなりの回数の条件によって振動の有無の規則性が見つかり、シート片には定常波が発生していることがわかった。一般に、うなりと共振とは直接的な関係はないとされているが、今回の実験で、うなりによっても共振現象が起こることを初めて捉えることができた。これにより、直感的でわかりやすい「シート片うなり観測装置」を開発することに成功した。

## 23JPSB-20 ストロー管を用いた閉管気柱の音の解析

私立早稲田大学高等学院 代表研究者：野口尚弥

息または送風機で吹き込む風速を変えながら、閉管ストロー管の出す音の周波数(分布)を測定した。まず、閉管ストロー管の出す基本音は開口端補正をした閉管気柱の共振振動数に高い精度で一致することを示した。次に、基本音から倍音に変わる瞬間の風速と周波数を測り、これらが比例することから、ストロー管の出す音はカルマン渦の生成に起因することを確認した。さらに風速を上げながら周波数分布の変化をみていくと、はじめ閉管なので奇数倍音が現れたが、次第に3倍音の整数倍音(3,6,9,12,...倍音)、さらに5倍音の整数倍音(5,10,15,20,...倍音)に置き換わることが分かった。特に、閉管にもかかわらず予想に反して偶数倍音が見られることが分かった。

ここで新たに、2017年度の物理の大学入試問題で話題になっている音波の伝わり方についての議論をヒントに、偶数倍音の発生原因について仮説を立てた。

## 23JPSB-21 鐘の音について

国立仙台高等専門学校取名キャンパス 代表研究者：阿部彩加  
共同研究者：相原凜沙, 青山愛華, 川端日和, 吉田梨那

かつて、アインシュタインが寺の鐘を鳴らしたときに音が反響し、打消しあって無音になる地点があると考えた。私たちはその現象を疑問に思い、そのことをより深く検証した。今回は鐘の代わりに炊飯器の釜を用いて実験した。

今回は大きく4つの実験を行い、釜の内側と外側の総計65地点の波形と主な周波数分布を計測した。最初に釜を叩き、釜の中心の音を計測するとアインシュタインが言っていたように音が聞こえにくい波形が見られた。次に打点の延長線上に位置する地点とそれ以外の地点で測定した波形を比較した。音は徐々に減衰し、打点の延長線上にある地点の波形からは大きい周期のうなりの中に細かいうなり周期が見られたが、それ以外の地点では細かい周期のうなりしか見られなかった。また打点付近の地点と打点の釜の内側の地点の波形を比較した。音は徐々に減衰し、打点付近の地点の波形では細かい周期のうなりのみ見られ、打点の釜の内側では大きい周期のうなりの中に細かい周期のうなりが見られた。最後に、打点から近い距離の地点と遠い地点の波形を比べると、音は徐々に減衰していったが、打点に近い方が音が大きくなることがわかった。

釜の中心以外の地点の主な周波数分布を見ると、370Hz付近と1000Hz付近に大きなピークが見られ、1000Hz付近のピークの方は徐々に減衰していった。そのことから、音が減衰している原因は1000Hzの音が減衰しているためだと考えた。しかし、地点によって細かい周期のみの波形と、大小2つの周期のうなりが見られる原因は未だ検証中である。

## 23JPSB-22 強制振動された気柱の音圧の周波数依存性

東京都立小石川中等教育学校 代表研究者：石田大晟

周波数を変えて音響管(両側閉管)内の気柱を強制振動させたときの、共鳴・非共鳴の様子を実験・理論により調べた。実験は音圧振動の周波数依存性を、①ピストン面上と、②気柱内の特定の場所において測定した。理論的には、管内の音波の状態をスピーカーからの入射波とピストン面での反射波の単純な2波の重ね合わせとし、両側閉管(スピーカー振動面・ピストン固定端)の境界条件を満たすように決めて、音圧振幅の表式を求めた。その結果、実験と理論の間にはよい一致が見られたが、減衰を考慮しない2波の重ね合わせのため、共鳴時には音圧が無限大になってしまうという結果となった。

## 23JPSB-23 「スマホのぼうし」の正体を探れ!

群馬県立前橋女子高等学校 代表研究者：生方朱莉  
共同研究者：吉田百花, 小林知夏

私たちは大気光学現象に興味を持ち、特にブロッケン現象に注目していた。その研究の途中、偶然スマホの照明をスクリーンに向けてと、スマホの周りにブロッケン現象によく似た虹色の光の輪が見られることを発見した。通常のブロッケン現象はスクリーンの位置に見えるものであり、スマホの周りに立体的に虹色の輪が見えるこの現象とは大きく異なる。この現象に「スマホのぼうし」と仮の名をつけ、ブロッケン現象の一種なのかどうかの検証を始めた。本研究においてはブロッケン現象をミー散乱の後方散乱によって発生した虹色の輪であると定義づけた。検証に際し、「スマホのぼうし」に見られる散乱光の色並び方と各色の散乱角に注目した。実験の結果、ブロッケン現象とほぼ同様の順に色が並ぶこと、各色の散乱角は虹の輪の大きさに関わらず通常のブロッケン現象とほぼ同じ一定値(1°~2°)をとることが判明した。一方、ミー散乱は単純な数式に表現することが難しく、詳細な検証をするためにシミュレーションの結果と比較することにした。今回の実験と同様の状況をフリーソフト Mie plot にかけてと、観測された現象と近い結果を返した。以上の結果より、私たちは「スマホのぼうし」がブロッケン現象である可能性はかなり高いと考えている。観測された現象とシミュレーション結果の間にはいくつか相違点も見られた。これはシミュレーションに用いた様々な設定値(球径、白色光源スペクトル、球の屈折率など)が実験値とわずかに異なるからだと考え、現在、数値の見直しに着手している。

## 23JPSB-24 カラーボードを用いた蛇腹構造での音速の変化の再現

愛知県立一宮高等学校 代表研究者：柳田提也  
共同研究者：高木慎之介

私たちは「蛇腹ホースの中を通る音の速さは通常の音速よりも遅くなる」という現象があることとその原因がまだ明らかになっていないということを知り、現象の原因は一体何なのかを調べるために研究を始めた。市販の蛇腹ホースを用いて蛇腹の中を通る音の速さを測定したところ、音速が遅くなる現象を確認することはできたが、蛇腹ホースのどの部分がこの現象に関わっているのかが断定することはできなかった。そこで私たちは、市販の蛇腹ホースの代わりとして、カラーボードを用いて蛇腹構造を再現し、それを用いて実験を行うことを考えた。穴をあけたカラーボードを何枚も並べて、あけた穴の部分を管に見立てるというものである。カラーボードの蛇腹を用いる利点は、カラーボードが入手しやすい点、カラーボードの並べ方やあける穴の大きさを蛇腹の条件を容易に変えることができる点である。今回の実験では、カラーボードを用いた実験装置を実際に製作し、それが蛇腹ホースのモデルとして適当かを検証した。

## 23JPSB-25 ブーメランの羽根を探究する

～ 風力発電への応用を目指して～

奈良県立青翔高等学校 代表研究者：貫興紗良  
共同研究者：菊谷海斗, 高谷健人

現在、地球温暖化や原子力発電など様々な環境破壊が問題となっている。そこで私たちは風が吹く立地条件の場所さえあれば安全でエコな風力発電に注目した。そして、風力発電の羽根に注目し、よりよく回る羽根の形を研究することで風力発電の発電力を増やしたいと考えた。そこでよく飛ぶブーメランの羽根の形が、よりよく発電できる羽根と考え、ブーメランの羽根による飛び方を研究することにした。実験方法として、ブーメランの中心からの距離や羽の幅を変え、ブーメランの大きさや形を変えて、飛び方の違いを記録した。大きいサイズの羽根がより飛ぶと仮定し実験を始め、その結果、羽根の幅を変えても飛距離、軌道にはほぼ影響がないことや、羽根の長さを長くすればよく飛ぶのではなく、一定の幅に対してよく飛ぶ最適の長さがあることが判明した。また、本研究の一番の課題は、均一にブーメランを投げられるかである。よって、メンバー全員が同じ条件で、ほぼ同じ結果となるようにブーメランを投げる練習を繰り返した。全員がブーメランの投げ方を習得してから、実験データの計測をはじめ、実験の再現性を高め、さらに実験データの信頼性につなげるように努力した。学校見学会の際に、投げ方を習得すると誰でもブーメランをうまく投げられることを小学生たちに証明し、投げたら帰ってくるブーメランの不思議(=原理)を伝えた。

現在、最終目的である風力発電の効率化に向けて、実際に良く飛んだブーメランに一定の風を当て続け回転数を測定して、最適な風力発電の羽根の製作を目指している。

## 23JPSB-26 輪ゴム飛ばしにおけるホップアップについての研究

静岡県立科学技術高等学校 代表研究者：船津運紀  
共同研究者：山本孝也, 海野環太, 山田太洋

輪ゴムを手にかけて飛ばしたとき、輪ゴムの軌道がそりあがる(ホップアップする)ことがある。これは流体中を後ろ回転で進むことによって上向きの揚力を得るマグナス効果によって起こるとされているが、輪ゴムは指を離れるときには前回転をすることが確認されている。これでは上向きの揚力によって軌道がそりあがることに矛盾する。そこで、ホップアップの良く起こる条件を探り、飛んでいる輪ゴムの軌道を糸口としてホップアップの原理を解明しようと考えた。輪ゴムの発射装置を木材とゴム栓で製作し、飛んでいる輪ゴムの軌道をハイスピードカメラ(300fps)で撮影した後、画像をコマ送りし軌道を座標化するという方法で軌道の特徴を解析した。この結果、ゴムに与える各部位の張力とホップアップの頻度との関係から、ホップアップの起こりやすい条件には、上ゴムと下ゴムの張力比が関わっていることが明確になった。また、飛び方や上昇の仕方、V-tグラフの解析から、ホップアップの基本軌道は「下がってから上がる」ものであり、輪ゴムにはほぼ一定の揚力がかかっていることがわかった。それらの解析から輪ゴムがホップアップをする原理として4つの原理を考えたが、発射直後から後ろ回転をしていた可能性が挙げられた。



## 23JPSB-27 家庭用小型風車の効率化 -羽根のアスペクト比に注目して-

兵庫県立加古川東高等学校 代表研究者：示野浩章  
共同研究者：北井敦也，田中優美，藤本悠大，三浦大志

再生可能エネルギーへの関心が高まっている今日では、太陽光発電装置を設置している家庭が数多くみられる。しかし、それと比べると、身近に風が豊富に存在しているにもかかわらず、家庭用小型風車はほとんど普及していない。その原因は発電量が少ないためだと考えた私たちは、羽根の長辺と短辺の長さの比を表す「アスペクト比」に注目し、アスペクト比を変えることによる発電量の変化を調べた。一般的な大型風車のアスペクト比が大きいことから、「アスペクト比」を大きくすると実験で得られる電流値が大きくなるという仮説をたてたが、実際は仮説と異なる結果が得られた。このとき羽根に使用した素材が柔らかいものであったため、羽根に歪みが生じることでエネルギーの損失が発生したのではないかと考察し、羽根の素材を硬いものに変えて同様の実験を行った。すると質量、歪み、素材といった要素が変わっているにもかかわらず、先の実験とほぼ同じ結果が得られた。また、アスペクト比と電流値の関係は羽根の素材などを変えても変化しない、つまりどの素材でも同じ結果が得られると考えられる結果が得られた。この原因を考察し、小型風車におけるアスペクト比と発電量変化を数式化することを目指す。

## 23JPSB-28 プッシュソレノイドを用いた垂直落下装置と水しぶきについて

滋賀県立彦根東高等学校 代表研究者：呉方丹  
共同研究者：渡部洋己，小島颯太，深尾朋希，小川泰世

私たちは飛び込み競技から水しぶきに興味を持ち、その発生についての研究を開始し、既存の装置は球を落とすことができるものしかなかった。そこで様々な材質、形状の物体を使える垂直落下装置を開発することにした。

注目したのはプッシュソレノイドという部品だ。電気エネルギーを機械的な運動に変換するものであり、電源のオンオフで腕を伸び縮みさせられる。これを4個並列に繋げ、伸びた状態の腕に小物体をせ、電源をオフすることで垂直に落下させられると考えた。

実際にソレノイドを木板にはめ込み、実験スタンドで地面と平行に設置し、実験を行った。高さ100cmの時に鉄球を50回落とした時の目標点からのずれの平均は、同じ条件で手で落とした時の約1/4になり、手で落とすより垂直に落下させることができたと言える。また、ソレノイドを3つに作り、装置の温度を低く保つことにより、精度を10倍以上に高めたことに成功した。

この装置とゴム球を用いて水しぶきを起こしたところ、大きく3種類の形状が発生した。最も高く、まっすぐ上がる鉛直型。条件が一定でない斜方型。ほとんど上がらないミルクラウン型。鉛直型と水しぶきの高さは正の相関関係があること、小球の表面の摩擦力がとでも重要な条件の一つであることがわかった。

現在は特に、小球の終端速度と水しぶきの高さに注目して実験を行なっている。斜方型に限定した場合の高さとの関係、また最終的には水の量、粘性、小球の摩擦などを包括した水しぶきの高さの数式化を目指す。

## 23JPSB-29 マイクロバブルの効率的な発生方法

国立広島大学附属高等学校 代表研究者：石河諒太郎  
共同研究者：小勝負雄太，渡辺敬太

マイクロバブルは、美容、水生生物の飼育の簡易化、河川の汚濁物質の除去に効果があることが報告されている。我々はそんなマイクロバブル（以降MB）を、より多く、より簡単に作ることを目的として装置の開発を行った。先行研究を調査した結果、発生過程において渦を発生させ空気流に大きな力を与えると、水との速度のギャップが生じ、MBを効果的に発生させることが可能であることが分かったので、渦によるMB発生装置を製作した。発生装置の管の斜め方向から水を流入させると、空気がきれいな螺旋構造（旋回気体空洞部）だと考えられる）を作った。また、次のことが明らかになった。  
・さらに水の流量を多くすると、空気の柱がより細くなり、噴射口から微細な泡が発生する。  
・さらに水の流量を多くすると、水が空気供給管に浸入し始め、空気の柱も確認できなくなる。  
渦と発生するMBとの関係を考察し、仮説を設定した。これらの内容について当日発表する。また、今後の研究として、次の内容を考えている。  
・泡のサイズ、水量を正確に測定し、発生するMBとの関係を表すデータを収集する  
・渦発生装置の改良を試み、より微細で大量のMB発生装置を製作する

## 23JPSB-30 流体に作用する粘性抵抗の低減効果に関する研究

福岡県立香住丘高等学校 代表研究者：吉田雅大  
共同研究者：吉富蒼紫

本研究では、水に作用する粘性抵抗の低減を行うため、「ディンプル」と「リブレット構造」に着眼し、それぞれにおいて低減効果の検証と考察を行った。効果検証の実験では、実験模型に管を用いて行い、管内面にそれぞれの構造を施した。この際、ディンプルは、シートに加工したものを取り付けることで作製し、リブレット構造には、紙やすりを用いて、独自の作成方法で加工した「簡易リブレット」と定義付けた構造体を用いた。実験の結果、ディンプルの効果を確認することは出来なかったが、「簡易リブレット」では、実験を確認することが出来た。また、作成した「簡易リブレット」に、方向性が見られることも確認することが出来た。

## 23JPSB-31 後入りがお先に失礼現象の発現について

和歌山県立向陽高等学校 代表研究者：青貝悠汰  
共同研究者：上野和，中谷剛人

「後入りがお先に失礼現象」とは粉体の現象の1つであり、漏斗状の容器において下の粒子より先に上の粒子が落ちていくというものである。私達はこの現象の発現条件を2次元の実験装置を組み立て、検証した。今回発現条件として注目したのは①壁面の傾斜角、②容器の出口の幅、③粒子を積み重ねた高さの3つである。これらを検証した結果、傾斜角が小さく、出口の幅が大きいほど発現しやすいことが分かったが、高さとの明確な関係性は見られなかった。さらに、シミュレーションを作成することで動摩擦係数や静止摩擦係数、反発係数との関係についても調べている。

## 23JPSB-32 翼端渦の抑制

愛知県立岡崎高等学校 代表研究者：草次優樹  
共同研究者：佐藤彬

紙飛行機は、翼に垂直上向きな揚力を受けることで飛行し、揚力の大きさは紙飛行機の飛行性能に大きな影響を与える。翼端渦とは、翼端で起きる翼下部から翼上部への空気の流れであり、揚力の減少や、造波抵抗、翼端振動を引き起こすなど、紙飛行機に悪影響を及ぼす。翼端渦を防ぐものとしては、翼端板が挙げられる。本研究では、紙飛行機の飛行性能をより良くすることをめざして、3種類の主翼（テーパー翼、前進翼、後退翼）それぞれに翼端板を取り付け、その効果を調べ、考察を行った。その結果、翼端板による翼端渦防止効果はある程度検証することができたが、主翼が後退翼の場合のみ効果が見られないこともあり、後退翼周辺の空気の流れについて新たな仮説を立てた。

## 23JPSB-33 気圧差が支える竜巻の発達

北海道札幌西高等学校 代表研究者：桑原優  
共同研究者：星信太郎，平山武憲

今日、科学館で展示されている竜巻発生装置は、換気扇などを使って空気の流れを起こし、渦を発生させている。私達は換気扇などを使わずに、ミニ竜巻を発生させて竜巻発生条件を推測できないかと考え実験を始めた。昨年の実験では、「ガストネード」と呼ばれる竜巻の再現を通し、竜巻発生と発達の条件を絞ることができたが、発生した竜巻の回転は持続しなかった。今年は、去年の課題である竜巻の回転の持続のために、気圧差に着目した。上空と地上間の気圧差を再現することで、上昇気流が加速され渦の回転を持続させることができるのではないかと考えたからである。実験装置で低気圧をつくり、気圧差を設定するために、穴が開いたアクリル製の箱にブロワーの風を通し、箱内部及び周辺の空間に低気圧をつくり出した。この低気圧発生装置と昨年の竜巻発生装置を組み合わせて実験を行った。実験結果は、昨年と比べ竜巻が持続する結果が得られた。また、竜巻発生とみなす条件を満たす理想的な渦は、上部と下部の気圧差が大きいほど多い割合で発生する傾向があることが分かった。気圧差をつくり、上昇気流が常に低気圧空間に向かって引き上げられたため、渦が失速せず回転が持続したと考えられる。今年の研究の結論は以下の通りである。通常、一度発生した渦は、円運動の途中で空気抵抗により失速し消えてしまうが、地上と地表付近での気圧差によって上昇気流が加速されると、円運動の力のつり合いが保たれ、安定した渦ができ、竜巻が持続する。

## 23JPSB-34 蝟燭振動のメカニズムの解明 第4報

私立本郷中学校・高等学校科学部 代表研究者：榎本宗一郎  
共同研究者：秋吉翔太，高橋拓実，中尾勇太

蝟燭振動とは、炎のついた複数の蝟燭を近づけたとき、炎が上下に伸びたり縮んだりして見えるように見える振動現象のことである。本研究では、昨年からの課題であった「炎が引きちぎられずに縮む要因」の解明を試みた。前回の研究で得られた「渦が炎の縮みに関係している」という結果から、渦と振動の関係性を調べようということを行った。その結果、渦は蝟燭振動に対し独立して影響を及ぼしているわけではなく、振動により周りの空気の流れに変化が生じたことで発生するものであること、そして上昇気流が空気塊として上昇しているということが分かった。これを踏まえ、炎が引きちぎられずに縮むのは蝟の気体の消費量と供給量の大小関係が原因であると結論付けた。

## 23JPSB-35 学生フォーミュラレギュレーション下の低速域におけるリアウィングの最適形状の研究

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 代表研究者：鈴木颯人

### 1. 動機や目的

学生によって作製されたフォーミュラマシンで競う「学生フォーミュラ」の速度域において、ウィングが有効かどうか意見が分かれている。そこで、低速域ではウィングがどれほどのダウンフォースを生み出せるのかを研究することにした。低速域で研究を行うため、この研究は乗用車にも流用することが可能であることも強調しておきたい。

### 2. 研究方法

CADでウィングの作製をし、CFDで流速50km/hという条件下のもと、ウィングの解析を行った。CFDならではの流線や圧力分布の観察、そして数値の結果をもとにして性能評価を行い、最適なウィングの形状や枚数、配置を変えていった。

### 3. 結果

翼枚数は、2枚目までダウンフォースが増加していたが3枚目以降は減少傾向にあった。流線に着目すると、2枚目までは流線が翼に沿って流れていたが、3枚目から翼に沿って流れていない部分が生じ、渦を発生させているものもあった。これは単に翼の配置が不適切であること、そしてスラットやフラップを二つ配置すると、フラップやスラット付近で大きな循環が生じること、の2つの原因が考えられる。これをもとにした改良ウィングは約-160Nのダウンフォースを発生させた。

### 4. 結論

フラップやスラットが複数あると、フラップやスラット付近で主翼の循環とは異なる大きな循環を発生し、互いの循環が合成された結果、主翼の循環が縮小してしまうため、スラットとフラップは主翼より小さく、かつ一つずつであるのが最適である。

### 5. 今後の展望

今後は車体やタイヤも含めて解析を行っていきたい。

## 23JPSB-36 圧電素子を用いた雨天での発電方法の研究と開発

岡山県立倉敷天城高等学校 代表研究者：杉本優友  
共同研究者：大山航、栗木原正和、中村はな、藤原仁志

近年、再生可能エネルギーの1つである太陽光パネルの設置が進んでいる。しかし、太陽光発電は、雨天等の気象条件によって発電量が大幅に変動する。そこで本研究は、圧電素子を用いて、雨天時での発電方法の開発及び各装置の効率の良い発電条件の調査を目的とした。今回は雨粒、雨樋、水流に着目して、実験・計測を行った。雨粒実験では、雨粒が終端速度に達した状態で圧電素子に接触させるために、マイクロビペットとプラスチック片を用いて、高さ10mの地点から、水滴を一滴落下させ、電圧を測定した。その結果、雨粒の半径が0.2cm以上の雨での発電が望ましいことが明らかとなった。雨樋実験では、マイクロビペットを用いて、雨樋内を伝って流れて落ちる水を粒状にして素子に接触させる装置を作成した。発電量を計測した結果、バラつきはあるが、有用な発電量を得ることに成功した。また、この実験から、圧電素子を環状に設置すれば、より効率良く発電が行えると示唆された。水流実験では、人為的に水流を発生させるために、バケツ、ホース、階段の段差を利用した実験装置を作成した。その結果、流速が1.7m/s以上での発電が最適であると判明した。この装置の大型実用化により、水を大量に使用する工場では、工場内で一定量の電力を賄うことができる。将来的には、太陽光・雨力、更に風力など全天候で発電できる発電装置を開発し、各家庭での高効率な発電を可能にする。また、信号機等への設置は、災害時の送電に非常に有用である。更に、発電所の設置が困難な世界各地域への電気の供給が可能となる。

## 23JPSB-37 仮説検定と高次モーメント解析による自然放射線測定と数値実験のポアソン分布

国立香川高等専門学校高松キャンパス 代表研究者：大木悠吾  
共同研究者：三笠憲伸、小林千真

放射線の発生は稀な確率現象である。これまで自然放射線（ $\gamma$ 線）の簡易測定や独立試行を繰り返す数値実験を行い、ポアソン分布の対照研究を行ってきた。前回の研究では、仮説検定、平均、そして分散（平均からのずれの2次平均）の統計的分析を行い、自然放射線の検出個数や数値実験の度数分布が視覚的にも数理的にもポアソン分布に従うことを予備的に確認した。しかし、その分布には更なる実験改善や統計的な分析が必要であるとの指摘を研究者の方々より受けた。今回の研究では、天然鉱物のモナザイトを用いた高い線量率状況や標高約2000m地点での放射線の簡易測定を実施した。さらに、確率的に稀な状況を緩和した数値実験でポアソン分布から二項分布への移行を再現した。特に統計的解析では、平均値からのずれの高次平均、具体的には3次の中心モーメント（歪度）と4次の中心モーメント（尖度）、さらには5次や6次の中心モーメントによる分析を実施した。その結果、ポアソン分布の再現を試みた数値実験は理想的なポアソン分布ではなく、自然放射線の検出個数の度数分布こそが理想的なポアソン分布であるということがわかった。

## 23JPSB-38 星や星団が分子雲に及ぼすフィードバック効果

国立名古屋大学教育学部附属高等学校 代表研究者：長岡祐希  
共同研究者：隈部健

星は、分子や原子のガスである星間物質の雲が重力で収縮することで誕生するが、逆に分子流天体より吹き出すジェットや、大質量星の放出する紫外線による電離によって周囲のガスを破壊することがある。このような現象をフィードバック効果と呼ぶが、私たちはこの現象に興味を持ち、フィードバックの進行について二つに研究を行った。研究の一つ目は、分子流天体の年齢計算である。蛇遣い座付近の分子雲に存在する分子流天体に着目し、VLA1623から分子流天体の証拠となるスペクトルの波形の盛り上がりを見出した。このスペクトルから分子ジェットの大きさや速度を解析して、角度による誤差を考慮しながら年齢を計算すると、VLA1623は年齢約3万年前後の若い天体であることが分かった。研究の二つ目は、星団を含む分子雲の空洞構造の大きさや星団の年齢の相関についてである。6つの星団の空洞構造を探し、その大きさを計算した後年齢との相関をグラフで表した。その結果、空洞構造の大きさは年齢とともに増加する傾向にあると分かった。NGC4755は、他の天体に比べて年齢の割に空洞構造が大きかったが、この原因については超新星爆発によって放出された莫大なエネルギーなどによって分子雲の破壊が早まったのではないかと考えられる。この二つの解析により、宇宙空間におけるフィードバック効果の進行について知ることができた。今後は、研究2において破壊される速度に変化が出る可能性がある「分子ガスの密度」や「紫外線の強度」についても考えたい。

## 23JPSB-39 単層カーボンナノチューブの直径と触媒の相関

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 代表研究者：中野亮雄

本研究では、アーク放電法を用いて単層カーボンナノチューブを生成し、ベレットに混ぜる二元金属触媒のモル比と単層カーボンナノチューブの直径の相関について考察を行った。ラマン分光法を用いて単層カーボンナノチューブのRBMを測定し、そこからチューブの直径を算出した。一つのサンプルについて複数回分析し、ナノチューブの直径の平均値と標準偏差を求め、各触媒の条件との相関を考察した。

## 23JPSB-40 交通信号機の新機能開発

私立玉川学園高等部 代表研究者：中山敬太

日本では自動運転車の開発が進んでいる。現在、車両が信号機の色を認識する機能として、自動車メーカーの多くは内装されたカメラで色を見分けるといった方法を採用し開発を試みている。私は、これよりも確実に安全に判別できるシステムがあるのではないかと考え、検討を行った。そして機械が扱いやすい通信方法で、信号機の色を情報で自動車に送信する装置を作り、それを既存の信号機に設置する案を採用した。通信は無線を使用するが、通信手段としては安全面を考慮し、すべての電磁波ではなく赤外線と電波の二種類に絞った。そのうえでどちらが最も通信に適しているか、実験を通して考察することにした。実験では安全性と確実性が高いかどうかという点で比較した。1つ目の実験では、目の前を大型の車両が走っている場合など、障害物があった場合も受信できるとより安全であると考え、障害物による通信の影響を調べた。結果として赤外線は影響を大きく受けるが、電波だと小さいことがわかった。2つ目の実験では、信号機が交差点で安全に停車するために、色の情報を広範囲に送ることが可能かどうかを調べた。通信できた距離は赤外線が約8メートル、電波は130メートルだった。また赤外線は太陽光による干渉を受けることや、電波は通信に支障が出る影響が少ないことも確認できた。また電波の中でも Zigbee は1対多の通信が可能であることが確認でき、最も適していると考えた。信号機に Zigbee を利用した発信機を新たに追加し、車載用の受信機を取り付けることにより、より安全で正確なシステムを提案したい。

## 23JPSB-41 続・紙風船はたたくとなぜふくらむか

由利本荘市立大内中学校 科学部 代表研究者：奥山大聖  
共同研究者：佐藤珠里、加藤遥奈、遠藤諒、佐々木雄輔、加藤優大、吉尾龍馬

アメリカの物理学雑誌“PHYSICS TODAY”に載った紙風船の研究論文には、僕たちの紙風船をたたいたときの音の波形と似た空気の圧力変化のグラフが示されていた。その変化は対称的だったが、僕たちの音の波形には対称性は見られない。僕たちの研究は紙風船がたたかれると元の体積以上に大きくなることを紙のもつエネルギー変化から考察し証明に挑んだものである。様々なサイズの紙風船を一定の力でたたき膨脹を測定、解析した。考え方を交換して、へこみの体積変化に注目できたことがこの研究を大きく発展させた。千差万別である紙風船のサイズ、しわやへこみであるにもかかわらず、体積変化の統計的な現れ方が単純な指数関数で表される。球体が一番安定した状態であるとした60年前のロゲルギストたちの考え方や僕たちの熱力学からの証明が一致した。マイクロな視点から捉えた考察が、この研究の中核を成す。つまり、紙風船がたたかれると膨らむ原因は、「縮んだ素片→広がった素片」にあるような熱力学第2法則に従う。以上のような可能性を指摘する。

## 23JPSB-42 模型飛行機における翼の傾きの変化とその影響

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 代表研究者：鬼頭朋孝

【背景・目的】飛行機の低燃費、高効率な飛行には様々な条件がかかわっており、最適な翼の素材や形状を追求する研究などが盛んに行われている。そのような条件の一つ、機体に対する翼の傾きに着目し、最も飛行に適した翼の角度を追求しようとした。【研究方法】研究には自作した模型飛行機を用いた。円の中心と弧を描くように穴を開け、二カ所を結ぶように翼をかけ替えていくことにより、機体や翼そのものを変えることなく翼の角度を変換することに成功した。その模型飛行機を一定の高さから水平方向に射出した。その飛距離を測定し、翼の性能を判断した。【結果】翼の角度によって飛距離以外にも飛行軌道などに差が現れた。機体の水平方向に対して尾翼側を10°ほど下げて角度をつけた場合に最も飛距離が伸びた。【結論】わずかな角度の違いでも飛距離や軌道に明らかな差が生じるため、機体の仕様や目的に合わせた適切な角度が必要である。また今回作成した飛行機が水平飛行する際、10°付近に飛行に最も適した角度があることがわかった。【今後の展望】より細かく最適な角度を追求するほか、翼の素材などとの関連性を見いだしていきたい。また、今回得られた10°という結果はあくまで用いた模型飛行機に当てはまるものであるため、重心を変化させた機体を用いるなどすることで、普遍化できる要素を追求していきたい。

## 23JPSB-43 手動Zステージを用いた重力加速度の測定

私立札幌日本大学高等学校 代表研究者：宮本悠史  
共同研究者：佐藤勇起、石黒駿斗、石井乃堂、柿沼満菜

本研究では、空気抵抗が無視できる落下直後の鋼球の運動をハイスピードカメラと手動Zステージを組み合わせて撮影し、物理実験室の実験台上で重力加速度を正確に求めることを試みた。重力加速度の測定法として高校物理の教科書に、記録タイマーを用いる方法、アトウッドの器械を用いる方法、および振り子を用いる方法が掲載されているが、いずれも摩擦の影響を無視することができない。私たちはこれら以外の方法で、できるだけ単純な方法で重力加速度の測定を高い精度で求めようと考えた。自由落下直後であれば空気抵抗の影響は理論上、無視することができる。そこで、電磁石を利用して鋼球を自由落下させ、0.01mmで正確に距離を設定できる手動Zステージを用いて落下距離を1.00mm～5.00mmの範囲で調節し、撮影速度3000fpsのハイスピードカメラで落下時間を求めた。5.00mmの落下距離であれば、理論上、鋼球の鉛直上向きに働く抵抗力は、重力のおよそ10000分の1になることが予想され、重力に比べて殆ど無視することができる。実験結果は、落下距離が5.00mmまで鋼球は等加速度運動をしていることを示した。また、その加速度は9.8m/s<sup>2</sup>であることがわかった。さらに、バラツキを小さくするためには、鋼球の自由落下開始の瞬間を正確に捉えられるように測定法に改良を加える必要がある。本研究の結果から、実験台上の僅かな空間があれば、撮影速度を1桁上げることで、重力加速度の値を小数第2位まで測定可能であることが示唆された。

## 23JPSB-44 地理状態の変化の測定研究

私立世田谷学園高等学校 代表研究者：石川諒

私は振り子を製作して、重力加速度の違いからその土地の地理条件を測定しました。高度を調べると、現在主流の水準測量では、二点以上の測定が必須ですが、重力加速度であれば、一回で複数の情報の測定が可能であると考ました。そして、簡単にその土地の情報を測定出来るようになるのではないかと、今回の研究を行いました。実験では「自宅」「地下に空洞の存在する場所」「山頂」の三カ所で振り子を地面に対して水平に設置して、100周期をレーザーカウンターで測定を行いました。そして、その結果を元に計算を行い、それぞれの地点での重力加速度を求めました。測定結果をそれぞれ計算すると、自宅での重力加速度は9.797m/s<sup>2</sup>となりました。これに対して、地下に空洞のある場所での測定結果は9.796m/s<sup>2</sup>、山頂での測定結果は9.796m/s<sup>2</sup>となりました。このことから、地下の状態、および高度の変化によって重力加速度も変化することが分かり、変化から逆算すると、その土地の状態が分かるということが分かりました。しかし、変化は微小で、重力加速度の変化から小さな土地の変化を確認するのは難しく、相当の精度が必要ですが、人間にはわからないほどの小さな重力加速度の変化を考え、大幅な地理条件の違いを測定出来ました。ですが実用段階まで持ってくるには、もう少し精度が必要であるということも分かりました。よって、測定周期を増やすことが可能になるよう、支点にナイフエッジを使用することや高精度のおもりを使用するなどの改良点が考えられます。



## 23JPSB-45 大気圧の鉛直構造の高精度シミュレーション計算法の開発及び金星大気の特性と大気中の浮力の起源の分子論的考察

私立大谷中学校・高等学校 代表研究者：谷村実紅  
共同研究者：知久平鐘

私達は、中学校で大気圧は「大気重さ」に由来すると教わった。一方、高校では気体の圧力の起源について、閉鎖空間での「気体分子の壁への衝突」によって説明された。しかし、両説明の関連については教科書や海外の専門書でも記述されておらず、調べた限り、気象学の和文会雑誌に関連記述があるだけである。大気圧は、「大気重さ」か、「気体分子の衝突」によって生じるのか。私達は疑問に思い、閉鎖空間での気体分子運動論を開放系の大気に適用し、大気圧を数式で表すことから研究を始めた。その結果、大気圧に関する「大気重さ」による説明と気体分子の衝突による説明が数式上等価であることを証明、新たに実在気体の大気圧の高度変化の式を提案した。さらに、100kmスケールの大気圧の鉛直構造を、温度の実測データがあれば、わずか1点の大気圧の実測値から高精度で計算できる手法を開発した。この手法を用いれば、定点観測が困難な未知の天体の大気圧のモデル構造を比較的容易に得ることができる。さらに、金星大気の状態を分析した結果、地上から高度4kmまで、大気が超臨界流体状態のideal gas-like phaseにあることがわかった。下層の大気は界面をはさんで摩擦の少ないさらさらした状態にあることになり、中層大気でのスーパーローテーションの謎の解明にも寄与できる結果と考える。また、大気中ではたらく浮力の起源について、重力場で生じる気体分子の数密度勾配により、物体の上面及び下面での分子の衝突回数差が生じるためであることを数式で証明した。

## 23JPSB-46 筋交いによる強度変化

奈良県立青翔高等学校 代表研究者：野田駿樹  
共同研究者：清水奏太、大野野人

本研究では、筋交いの耐久力の数値化を目指した。実験Ⅰでは、長方形の枠に筋交いを入れた場合(A)と筋交いを入れない場合(B)の枠の耐久力の違いを調べる為に、竹材で枠を作り、ばねばかりを使って引っ張り、枠の耐久力を測定した。その結果、計測できる範囲では、「筋交いあり」のほうが「筋交いなし」より耐久力が多少大きいことがわかった。さらに、実験Ⅱで、実験Ⅰの測定範囲以上の耐久力を調べるために、枠に糸でつないだ箱に重りを入れて引っ張り、枠の耐久力を測定した。その結果、「筋交いあり」・「筋交いなし」で大きく耐久力の差があることがわかった。さらに、「筋交いあり」では、一本の筋交いの枠への配置を「斜め右下(A)」と「斜め右上(B)」の場合に分けて実験を行った。その結果、「筋交いなし(AB)」より「斜め右上(B)」のほうが耐久力が大きく、さらに「斜め右下(A)」が一番耐久力が大きかった。ただし、「筋交いあり」のほうが耐久力が強くなるのは明らかであるが、筋交いがあると枠の竹材自身に負担がかかり、枠の竹材が折れやすくなった。また、「斜め右下(A)・右上(B)」の結果の違いは、A・Bにかかる力の向きが枠を右方向に加える為、四角形の枠の上辺が右に動き平行四辺形になり、平行四辺形の対角線が長いほう位置する「斜め右上(B)」は筋交いとしての働きができず、対角線の短いほうに位置する「斜め右下(A)」には荷重がかかり筋交いの効果が働き耐久力が高いことが分かった。今後は、水平方向だけではなく、鉛直方向の耐久力やたすき掛けの2本の筋交いの耐久力を調べたい。

## 23JPSB-47 ペットボトルロケットの飛行解析

石川県立小松高等学校 代表研究者：塩村来太  
共同研究者：北室勇誠、倉橋輝、中嶋いちの

本研究では、ペットボトルロケットの飛行のハイスピードカメラを用いた解析と圧力計を用いたペットボトルロケットの加速度を計算で求め、その二つの結果について考察を行った。撮影した映像からペットボトルロケットには水の噴射が、水が多く噴射されるときと水と空気が霧状に噴射されるときと二種類があることが分かった。ここで水が多く噴射されているときは水のみが噴射されているのではないかと考え、ロケット内部の気圧変化から加速度を $F=2PS$  (F:推進力、P:ロケット内と大気圧の差圧、S:噴出口の面積)という式を導きこれを用いて求めた。実験の結果、映像から求めた加速度と気圧変化から求めた加速度がほぼ一致したことから水のみが噴射されているという予想が正しいことが分かった。また、 $F=2PS$  という式は水が多く噴射されているときは正しいことが分かった。水と空気が霧状に噴射されているときにはチャーン流と呼ばれる水の流れが起きていることが参考文献より知り、より精度のある画像を取ることでチャーン流が起きる要因とその流れがロケットの飛行に与える影響を考察し、報告する。

## 23JPSB-48 弦の基本振動を利用した重力加速度測定装置の開発

東京都立戸山高等学校 代表研究者：池辺龍

重力の変化を精密にとらえ環境の変化を観測する装置として、弦の基本振動が張力に応じて変化することを利用した測定装置を考案した。張力の変化に対する装置の応答を調べ、その精度を定量的に求めた。端を固定した弦に重りをつりさげることで張力をかけ、それを指ではじいた時の弦の周波数 $f_m$ を、重りの質量を変えながら観測した。装置に最適な弦を探るため、ギター0.33mm、ステンレス0.3mm、ステンレス0.19mm、ピアノ線0.35mm、リン青銅0.38mm、アルミ1mmの計6種類の弦を用意して、様々な張力に対する周波数の測定を、それぞれ行った。理論的には周波数 $f_m$ は張力の平方根に比例して変化するということが分かっている。観測値がどれだけ理論曲線と一致するかによって装置の性能を評価したところ、ギターの弦が理論値とのずれ0.79%未満と、最も優秀であった。周波数がこの精度で求められれば、重力加速度 $g$ は約0.006%の誤差で求めることができる。これは、地球の地表面における最大の重力加速度と最小の重力加速度の差、約0.7%を検知するのに十分な性能である。

## 23JPSB-49 気象衛星の画像解析から求めた月の軌道と地球から太陽までの距離

国立名古屋大学教育学部附属中・高等学校 代表研究者：杉原悠太  
共同研究者：石川陽、伊藤平

静止気象衛星ひまわり8号は、地球の気象データを収集する目的で打ち上げられた衛星である。日本標準時2016年3月9日に起こった皆既日食の際に、気象衛星が観測した地球の画像には月が映り込んでいた。

我々は、地球に映った月の影の動きから日本標準時2016年3月9日の10時から12時における太陽から見た月の速度が計算できるのではないかと考えた。しかし、気象衛星は地球の自転と同じ角速度で円運動しているため、画像の影の移動速度は太陽から見た月の速度ではない。そこで、太陽から見た月影の位置を求めるために地球の中心を原点とする極座標で表すことを考え、気象衛星の運動を補正した。

2015年度、慶應義塾大学インターネット望遠鏡プロジェクトが運営しているインターネット望遠鏡を利用して、同一視野角における月の見かけの大きさの時間変化から近点月と公転軌道離心率を測定した。

この値と日食時の月の速度から公転軌道半径、日食時の地球の中心から月の中心までの距離を求めた。また、日食時に月影と月、太陽が一直線にあることを利用して、真影の大きさから、地球の中心から太陽の中心までの距離を精度良く求めることができた。

## 23JPSB-50 小さい力で重いものを持ち上げる！ ～摩擦を考慮した動滑車に関する定量的調査～

国立有明工業高等専門学校 代表研究者：高口裕太  
共同研究者：野口瑠星、吉開駿

ピラミッドや東大寺など巨大な歴史的建造物は、千年以上も昔に建てられた。人力で資材などを持ち上げるには多大な労力が必要となるが、高校の物理で習う力のモーメントや滑車の原理を使えば弱い現代人にも資材を持ち上げるのは可能ではないかと考えた。しかし高校の物理では滑車にかかる摩擦や抵抗力などを考慮されていないため、本研究では動滑車と力のモーメントを使った器具を実際に設計・作成し、どこまで実用的か、また、摩擦や抵抗力がどの程度影響を与えるかを定量的に明らかにすることを目的とした。まず、2つの異なる同軸半径を持つ独自の定滑車を設計と作成を行った。2つの半径が1.75cmと7.0cmとなっており、その比は4倍となっている。すなわち、この定滑車を用いると力のモーメントの関係により重い物でも4分の1の力で持ち上げることができる。さらに動滑車を1つ組み入れることにより、さらに2分の1の力、全体として8分の1の力で物を持ち上げることができる設計になっている。次に、市販の動滑車、今回作成した定滑車等を用いて力の釣り合う質量(力)の関係を調べ実験を行った。おおよそ理論通りの結果が得られたが、ロープや回転軸に由来すると思われる摩擦力が大きく、関係式には大きな誤差の幅が生じていた。今後の課題として、摩擦力を減らすために、最も摩擦が大きいと思われる定滑車と軸の部分にベアリングを取り付けるなどの改良をほどこし、3月の発表までに実験を再度行い、将来的には科学教材「自分で自分をもち上げる」へと発展させる予定である。

## 23JPSB-51 葉の落ち方の定式化への基礎研究

岡山県立津山高等学校 代表研究者：中尾天哉  
共同研究者：角南遼太、渡辺潤、上谷萌花、河井沙奈、丸尾莉永

本研究では、葉の落ち方の定式化へ向けて、葉の大きさによる変化に注目し、モデル化実験を行った。先行研究により、葉の落ち方は内部動力を持たず、外部からの影響で運動することが分かったので、我々はその運動を単純化かつ判別しやすくするために水中で実験を行い、葉の代わりとしてアルミニウム製の円板を用いた。本研究により、この運動には円板の直径が長くなるにつれて揺れる周期は長くなり、一度の揺れで動く距離は長くなる傾向にあることが分かった。また、その速さについては円板の直径に強く起因しないことが分かった。

---

## Jr. セッション委員会委員（任期：2017年4月1日～2018年3月31日）

|     |                 |                  |
|-----|-----------------|------------------|
| 委員長 | 香取浩子（東京農工大学）    | 飯沼昌隆（広島大学）       |
| 委員  | 青井 考（大阪大学）      | 北本俊二（立教大学）       |
|     | 河内明子（東海大学）      | 佐藤 実（東海大学）       |
|     | 佐藤 仁（広島大学）      | 鈴木 亨（筑波大学附属高等学校） |
|     | 白井正文（東北大学）      | 高須昌子（東京薬科大学）     |
|     | 須藤彰三（東北大学）      | 田中忠芳（金沢工業大学）     |
|     | 橘 孝博（早稲田大学高等学院） | 種村雅子（大阪教育大学）     |
|     | 谷口和成（京都教育大学）    | 寺内正己（東北大学）       |
|     | 田村裕和（東北大学）      | 中村 琢（岐阜大学）       |
|     | 土井正晶（東北学院大学）    | 福田善之（宮城教育大学）     |
|     | 並木雅俊（高千穂大学）     | 藤田佳孝（大阪大学）       |
|     | 藤井康裕（立命館大学）     | 松川 宏（青山学院大学）     |
|     | 前田恵一（早稲田大学）     | 松山豊樹（奈良教育大学）     |
|     | 松多健策（大阪大学）      | 矢口 宏（東京理科大学）     |
|     | 溝川貴司（早稲田大学）     | 吉澤雅幸（東北大学）       |
|     | 山中隆義（東京理科大学）    |                  |
|     | 渡辺純二（大阪大学）      |                  |

なお、各審査および表彰は、次に示す本会関係者により厳正に行います。

### \*書類審査

物理学の各専門領域の代表者（領域代表）、Jr. セッション委員会委員、他 Jr. セッション委員会委員長が指名する者が書類審査を行なう。  
その結果をもとに Jr. セッション委員会においてポスター発表者を決定する。

### \*当日審査

理事、教育関係委員会委員、領域代表、Jr. セッション委員会委員、他 Jr. セッション委員会委員長が指名する者が当日審査を行う。  
当日審査の観点は次の4点です。

1. 着眼点：発想、着眼点がユニークであるか。
2. 論理性：主張が明確で、根拠に基づいて論理的に展開されているか。
3. 工夫：実験・理論との比較等を、自分たちでどのように工夫して行っているか。
4. 表現力：内容を的確にわかりやすく聴衆を引きつけるように発表しているか。

### \*表彰

書類審査・当日審査の結果をもとに、Jr. セッション委員会において賞を授与する研究を決定する。