

第13回日本物理学会 Jr. セッション (2017) プログラム

日時：2017年3月18日(土) 8:15～16:50

会場：大阪大学豊中キャンパス 大阪大学会館

講堂(2F)(一般席252席(うち車椅子2席)、バルコニー席210席)：高校生向け講演、写真撮影、講評、表彰
アセンブリーホール(1F)：ポスター発表 *ポスター発表100件(発表時間120分)

総合司会：永江知文

8:15～8:55 受付
ポスター発表A貼り出し
8:55～9:00 開会あいさつ(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

18JPSA-01 北海道札幌北高等学校
18JPSA-02 宮城県仙台第三高等学校
18JPSA-03 富山県立富山中中部高等学校
18JPSA-04 私立松山聖陵高等学校
18JPSA-05 北海道札幌西高等学校
18JPSA-06 岡山県立倉敷天城中学校
18JPSA-07 岡山大学 科学先取りグローバルキャンパス岡山
(国立広島大学附属福山中学校、私立岡山白陵高等学校、
岡山県立倉敷天城高等学校、岡山県立総社高等学校、
岡山県立岡山大安寺中等教育学校、私立岡山高等学校)
18JPSA-08 私立札幌日本大学高等学校
18JPSA-09 愛媛県立新居浜西高等学校
18JPSA-10 群馬県立藤岡中央高等学校
18JPSA-11 兵庫県立西脇高等学校
18JPSA-12 静岡県立清水東高等学校
18JPSA-13 兵庫県立加古川東高等学校
18JPSA-14 東京都立科学技術高等学校
18JPSA-15 大阪府立千里高等学校
18JPSA-16 東京都立小石川中等教育学校
18JPSA-17 茨城県立水戸第二高等学校
18JPSA-18 私立市川高等学校
18JPSA-19 大阪府立岸和田高等学校
18JPSA-20 奈良県立青翔高等学校
18JPSA-21 愛知県立一宮高等学校
18JPSA-22 由利本荘市立大内中学校
18JPSA-23 横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校
18JPSA-24 神奈川県立厚木高等学校
18JPSA-25 奈良県立青翔高等学校
18JPSA-26 宮城県仙台第三高等学校
18JPSA-27 大阪府立春日丘高等学校 定時制の課程、
大阪府立大手前高等学校 定時制の課程
18JPSA-28 国立神戸大学附属中等教育学校
18JPSA-29 石川県立小松高等学校
18JPSA-30 玉野わくわく実験クラブ(岡山県立倉敷天城中学校)
18JPSA-31 富山県立富山中中部高等学校
18JPSA-32 私立札幌日本大学高等学校
18JPSA-33 岡山県立倉敷天城中学校
18JPSA-34 国立津山工業高等専門学校
18JPSA-35 広島県立広島国泰寺高等学校
18JPSA-36 愛媛県立新居浜南高等学校
18JPSA-37 兵庫県立加古川東高等学校
18JPSA-38 国立広島大学附属高等学校
18JPSA-39 北海道札幌西高等学校
18JPSA-40 福岡県立香住丘高等学校
18JPSA-41 国立神戸大学附属中等教育学校
18JPSA-42 愛知県立岡崎高等学校
18JPSA-43 私立本郷中学校・高等学校
18JPSA-44 宮城県仙台二華高等学校、私立仙台白百合学園高等学校、
岩手県立盛岡第三高等学校
18JPSA-45 奈良市立一条高等学校
18JPSA-46 国立名古屋大学教育学部附属高等学校
18JPSA-47 群馬県立前橋女子高等学校
18JPSA-48 大阪府立豊中高等学校
18JPSA-49 静岡県立磐田南高等学校
18JPSA-50 国立名古屋大学教育学部附属中・高等学校、
愛知県立明和高等学校

簡易リニアモーターの研究 第2報
圧電素子への力の加え方と電圧の関係について(第2報)
銅の腐食と起電力～異なる濃度のNaCl水溶液と銅板を用いた電池～
熱可塑性樹脂ポリスチレン製ブラバンの熱収縮と光学的性質
ブドウ糖のカaramel化の様子をテラヘルツ波で観察する
羽なし風力発電のモデル化～発電量の向上を目指して～
同一試料を利用する高温超伝導体特性測定システムの開発 II
磁石球間及び磁石球/鋼球間における磁気力と距離の関係(第2報)
ベルチエ素子を熱源にした金属板の熱の伝わり方 第2報
スライド式声道モデルにおける共鳴の変化～母音発声のメカニズムを探る～
水が結晶化を始めるまでの時間に影響を与えるムベンバ効果の条件
屈折率勾配を持つ溶液の結晶性能の解析
ビー玉スターリングエンジンのモデリング
エレクトロスピード - 電気火花の速度測定 -
レイリー散乱による靑空の色を再現する
強制振動された気柱の音圧分布と境界条件
ひそひそはどこまで聞こえるか?～糸のない糸電話を目指して～
ハウリングの周波数変化とその要因
倍音が弱まる鳥の鳴管の構造についての研究
透明円柱から作ったレンズについての研究
青の洞窟の青に迫る ～自作した積分球を用いた水の透過率測定～
紙風船はたたくとなぜふくらむか～音による考察～
多層塔(仏塔)の心柱構造による制震、耐震効果
やり投げの物理 - 最も遠くまで飛ばす角度 -
「筋交い」を利用した建築物を学ぶ
身近なものをを用いた加速度計の作製について
重力の魔術師をめざして～重力可変装置を製作し、火星表層の水の流れを解析する～
魚の尾鰭の形状による推進エネルギー効率変化の解析実験
減衰振動における空気抵抗力の性質について
究極の「飛ぶ吹きゴマ」を求めて
曲芸「傘回し」再現への道
入射球が磁石球であるガウス加速器の加速メカニズム(第2報)
～射出球の質量と運動量及び運動エネルギーの関係～
アルミトラ種子の羽が生み出す滑空を調べる
皿回しの棒のセンタリング現象
水面下から発射された水噴流の水輸送機構の解明～油回収実験を通して～
モーターを活用した流体から受ける抵抗力の測定装置の開発
水波を用いたため池の浮遊物の回収
コーンスープの中のコーンの動き
冷気の流れによる竜巻発生条件
水溶液境界面の混合速度の測定と溶質物性に関する研究
落下時の水の回転運動における表面張力の影響
ブラジルナッツ効果に関する研究
塩水振動のメカニズムの解明
最先端の粒子飛行時間測定器 Multi-gap Resistive Plate Chamber (MRPC) を自作し、
宇宙線を使って性能評価をしよう
粒子の存在確率における量子-古典対応の考察
恒星月・朔望月を用いた地球の公転周期の測定
国際宇宙ステーションの見やすさの予測
アクリル板の水をふきとった際にできる水滴の幾何模様における規則性についての研究
縞構造を伴うエルプスとOHバンド大気光波動の関係
軌座領域における分子雲衝突による大星団の誕生

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
18JPSB-01	岡山県立倉敷天城高等学校	どこでも発電 ～圧電素子を用いた全天候型発電装置の開発を目指して～
18JPSB-02	北海道札幌西高等学校	チョコレートは電子レンジでなぜとける？
18JPSB-03	国立有明工業高等専門学校	円形コイルおよびソレノイドを用いた電磁石に関する検討
18JPSB-04	岡山県立玉野高等学校	酸化物質高温超伝導体の短時間合成
18JPSB-05	大阪府立春日丘高等学校 定時制の課程	微小重力を利用して液体を容器に入れて磁化率を測定する (第2報)
18JPSB-06	宮城県仙台第三高等学校	使用済み紙おむつによる発電を目指して
18JPSB-07	私立札幌日本大学高等学校	電磁誘導による落下速度の制御 (第2報)
		～金属パイプ内を落下するネオジウム磁石球の速度～
18JPSB-08	私立札幌日本大学高等学校	ネオジウム磁石と反磁性体間に働く斥力 (第1報)
18JPSB-09	岡山県立倉敷天城高等学校	NaCl 溶液 - Cu 電極濃淡電池での起電力発生原因
18JPSB-10	熊本県立宇土中学校・宇土高等学校	“副実像”の写像公式化の研究 ～捉えた！ゴーストの出現位置～
18JPSB-11	北海道札幌北高等学校	水よりお湯が早く凍るわけがない？～ムベンバ効果の真偽を検証する～
18JPSB-12	私立順天中学校	音の速さ比べ
18JPSB-13	埼玉県立不動岡高等学校	欠陥のある二次元格子と回折像
18JPSB-14	岡山県立倉敷天城高等学校	熱音響冷却装置の製作と冷却原理の考察
18JPSB-15	東京都立戸山高等学校	超音波による無線送電の研究
18JPSB-16	愛知県立一宮高等学校	蛇腹ホース内の音速の遅れの研究
18JPSB-17	石川県立小松高等学校	糸電話の共鳴振動数と糸を伝わる音速について
18JPSB-18	私立市川高等学校	弦の振動が一方向の回転を引き起こすわけ
18JPSB-19	国立仙台高等専門学校名取キャンパス	扇風機に声を当てたときの聞こえ方の変化についての研究
18JPSB-20	私立西南学院中学校高等学校	温度と霜の発生の相関性 ～それに対する液体酸素の影響～
18JPSB-21	愛知県立一宮高等学校	シャボン玉は割れる直前になぜ紫色を呈さないのか
18JPSB-22	愛知県立岡崎高等学校	摩擦ルミネッセンス現象に関する研究
18JPSB-23	北海道札幌北高等学校	浮遊する物体が表面張力によって動く原理 第3報
18JPSB-24	兵庫県立加古川東高等学校	微小重力下での濡れ性による水の挙動
18JPSB-25	兵庫県立宝塚北高等学校	マッチ棒ロケットはなぜ飛ぶのか～エネルギーからみた発射の原理～
18JPSB-26	岡山県立倉敷天城中学校	紙リングの落下運動～美しく回転させる条件～
18JPSB-27	国立名古屋大学教育学部附属高等学校	120 個・長大ガウス加速器の射出速度の減衰率測定
18JPSB-28	国立津山工業高等専門学校	逆立ちゴマの仕組み
18JPSB-29	愛媛県立小松高等学校	ホール素子を用いた自転車の力学的探究
18JPSB-30	福岡県立香住丘高等学校	2次元配列振り子の共振現象に関する研究
18JPSB-31	宮城県仙台二華高等学校	ケイ酸ナトリウムを用いたゲルの反発係数の測定
18JPSB-32	岡山県立岡山一宮高等学校	発泡スチロール板の滑空距離の研究～射出角度、重心、形状に注目して～
18JPSB-33	国立津山工業高等専門学校	楓の種の回転落下運動
18JPSB-34	岡山県立津山高等学校	静摩擦中に起こる物体接触面の変化の研究
18JPSB-35	私立本郷中学校・高等学校	ニュートンビーズの発生要因とその螺旋運動に関する考察
18JPSB-36	私立札幌日本大学高等学校	球体/レール間の様々な摩擦係数 (第2報)
18JPSB-37	奈良県立青翔高等学校	打撃によって形成されるケイ砂層の表面模様について (続報)
18JPSB-38	私立明星高等学校	組み立て式模型飛行機における主翼を切り取る割合とその飛行性能
18JPSB-39	兵庫県立加古川東高等学校	フクロウの羽を応用した風車の研究
18JPSB-40	福岡県立香住丘高等学校	風力発電機の性能向上に関する研究 - ディンプル付き風レンズの開発 -
18JPSB-41	岡山県立津山高等学校	ブラジルナッツ効果の発生条件について
18JPSB-42	茨城県立竹園高等学校	粘性流体のとぐろの特性
18JPSB-43	私立南山高等学校男子部	ファンプロペラの効率アップー風を変えるシンプルな表面加工ー
18JPSB-44	私立本郷中学校・高等学校	蠟燭振動のメカニズムの解明 第3報
18JPSB-45	群馬県立前橋女子高等学校	地球は青いのか？!
18JPSB-46	国立香川高等専門学校高松キャンパス	自然放射線 (γ 線) の連続400回測定とポアソン分布の数理的再現実験
18JPSB-47	愛知県立明和高等学校	正四面体地球
18JPSB-48	国立名古屋大学教育学部附属中・高等学校	エコカイロの形状と適温持続時間の関係について
18JPSB-49	愛知県立明和高等学校	重力レンズと等価な光学レンズの作成
18JPSB-50	国立名古屋大学教育学部附属高等学校	
	私立早稲田大学高等学院	弓道における左手のはたらき及び姿勢の影響
13:25 ~ 14:40	昼食 (ポスター発表 B はがし)	
(講堂集合)		
14:40 ~ 14:50	記念写真撮影	撮影担当：田中忠芳 種村雅子 白井正文 (記念写真以外の各講演の撮影も担当)
14:50 ~ 15:50	高校生向け講演「現代物理学への招待ー量子力学の発見とその応用」 講師：小林研介 (大阪大学 大学院理学研究科 物理学専攻)	司会：渡辺純二
15:50 ~ 16:05	休憩	
16:05 ~ 16:50	表彰式 教育功労賞授与 藤井保彦 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 藤井保彦 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：大阪府教育委員会、豊中市教育委員会

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 8F
TEL：03-3816-6201 / FAX：03-3816-6208 / E-mail：jrsession17@gakkai-web.net
URL：http://www.gakkai-web.net/butsuri-jrsession/

18JPSA

18JPSA-01 簡易リアモーターの研究 第2報

北海道札幌北高等学校 代表者：砂川果菜水
共同発表者：菊池萌

電池の両端に磁石をつけたもの(「電池車」)をコイル内へ入れると、「電池車」はコイル内を直進する。この現象は「簡易リアモーター」と呼ばれている。この現象の一般的な原理は「電池車」がコイル内を通過するときコイル全体に流れる電流から発生する磁力とネオジム磁石の磁力が引き合ったり、反発しあったりすることで起こると考えられている。しかし、電流が流れているのは「電池車」の磁石間だけであり、コイル全体を貫く磁力は発生していないので、先ほど述べた原理は成り立たなくなるのではないかと考えた。はじめに、「電池車」が動く際に磁場の大きさはどのくらいあるのかを調べる実験を行った。さらに、簡易リアモーター周辺の磁力線の向きに注目して実験を行い、コイルに流れる電流により発生した磁力線と、「電池車」のネオジム磁石による磁力線との相互作用での「電池車」の動きについて考察した。さらに、内部抵抗の上昇が「電池車」の動きに関わっているのではないかと考え実験を行った結果、内部抵抗の上昇が確認できた。また、コイルがつくる磁場の大きさが「電池車」の速さに関係しているのではないかと考え実験を行い、それについて考察した。

18JPSA-02 圧電素子への力の加え方と電圧の関係について (第2報)

宮城県仙台第三高等学校 代表者：萩田春晴

2011年3月の福島第一原発事故以来、再生可能エネルギーによる発電の必要性が高まってきたとして、その1つとして、圧電素子を用いた発電が挙げられる。圧電素子を用いる利点には、比較的小型で安価なことや、構造が簡単なことなどがあるが、圧電素子は力を必要とすることから、風力や太陽光と比べると使用場所が限られ、あまり普及していない。圧電素子を加えることとなる、現在は押す場合がほとんどであることから、押す力以外にも有効な力の加え方があるのを示すことで、圧電素子の使用場所を広げ、その普及につなげることを目的として、研究を始めた。現時点では、押す力、引く力、剪断力、曲げる力の4種類で実験を行っており、各場合での電圧を測定したところ、引く力では押す力とほぼ同等の電圧を得ることができ、十分有効であると考えた。そして、引く力で実際に発電する場合の例として、下津井瀬戸大橋という吊り橋の接合部での発電量を計算すると、1世帯の1日の消費電力を賄うには約25個分の圧電素子が必要であると分かり、より大きな圧電素子を使用するなどすれば、有用性はあるという結論となった。

18JPSA-03 銅の腐食と起電力

～異なる濃度のNaCl水溶液と銅板を用いた電池～

富山県立富山中部高等学校 代表者：中田裕大
共同発表者：西田結哉、北尾駿汰、澤野重雅、田代智哉、中易奨貴

塩化物イオンは金属表面に形成される酸化被膜を破壊して金属の腐食を進めることが知られており、銅はイオン化傾向が小さい金属だが、NaCl水溶液中では溶存酸素によって腐食が進行する。NaCl濃度が高い水溶液内の銅板は速やかに腐食され、水酸化銅(II)が多量に生成したが、銅表面に酸化物は付着せず金属光沢が保たれた。低濃度では水酸化物沈殿は少なく、銅板表面は酸化銅(I)に覆われた。NaClの濃度差により銅板の酸化されやすさに違いがみられたことから、異なる濃度のNaCl水溶液中の銅板間に起電力が生じ、酸化がより進む高濃度のNaCl水溶液中の銅が負極となる電池ができることと考えた。そして、酸素濃度などの条件を変えることで実用的な電池にならないか研究を行った。セロハン膜で仕切った0.09mol/Lと1.7mol/LのNaCl水溶液間では、予想通り高濃度側の銅が負極となる電池ができたが、電圧0.05V・電流5.0μAと電圧・電流値とも低い値だった。そこで、低濃度溶液にポリアクリル酸Naを加えてゾル状にして活性炭を載せ、正極活物質である酸素を多量に供給した。そして、高濃度溶液を飽和NaCl水溶液に変えて2個直列に接続すると、電圧0.50V・電流10mAと大きな値が得られた。時間とともに低下した起電力は、正極側に過酸化水素水を加えると回復した。また、負極側の高濃度溶液に塩酸を加えると高い起電力が安定して得られることと、負極銅板の表面積を大きくすると起電力が高まることも分かった。

18JPSA-04 熱可塑性樹脂ポリスチレン製プラバンの熱収縮と光学的性質

私立松山聖陵高等学校 代表者：近藤律弥
共同発表者：菊池凌一、木田鷹斗、楠真由、新口湧太、永田晃基、平松尚之、宮本朱季奈

本研究では、熱可塑性樹脂ポリスチレン製のプラバンを熱収縮加工し、加工前後の大きさ、質量、ひっかかり硬度の変化、および可視領域の透過光を観察し、フーリエ変換型(FT-IR)赤外分光、およびCHN元素分析を行った。透過率は4分の1以下に減少し、厚さは約6倍に増加、質量もひっかかり硬度もわずかに増加した。厚さの増加により可視領域の透過光は暗くなったが、同じ厚さに重ねた未加工試料の方がさらに暗く見えた。フーリエ変換型(FT-IR)赤外分光の透過率は、厚さの増加と共に指数関数にしたがって減少するが、吸収スペクトルの形状の変化は小さかった。CHN元素分析による炭素元素の変化はほとんど見られず、水素元素はわずかに増加し、質量増加の原因を酸化と予想したことに反する結果となった。見かけの熱収縮は、マイクロサイズ間の大きさや量の変化ではないと考えられる。

18JPSA-05 ブドウ糖のカラメル化の様子をテラヘルツ波で観察する

北海道札幌西高等学校 代表者：木浪凜太郎
共同発表者：清水端良平

本研究では、ブドウ糖のカラメル化におけるブドウ糖の分解について、テラヘルツ時間領域分光法を用いて測定する方法を確立した。この方法を利用して、カラメル化の進行の以下の3つの特徴を確認できた。①恒温下に置かれたブドウ糖は、分解に伴って指数関数的に量を減らしていく。②165℃以下の各温度に、ブドウ糖の分解に量的な限界が存在し、さらに高温にしないと分解が進行しなくなる。③165℃以下の恒温下にブドウ糖をおくと、分解までの反応は起こるが、重合以降の反応(着色する反応)は起こらないか、起こっても非常に長大な時間を要する。

18JPSA-06 羽なし風力発電のモデル化～発電量の向上を目指して～

岡山県立倉敷天城中学校 代表者：有村和真

本研究は、羽なし風力発電機の発電部分をモデル化し、揺れの速さ、磁界内を通るコイルの面積、コイルの巻き数、コイルと磁界の距離という変数と、発電量の関係性を調べることにし、自作モデルの発電量を向上させることを目的とした。その結果、「振れが速くなる。」「磁界内を通るコイルの面積を大きくする。」「コイルの巻き数を多くする。」「コイルと磁界の距離が近くなる。」の4つの条件を満たすとき、自作モデルの発電量がより大きくなる。このことを利用して改良した新モデルを提案することができた。

18JPSA-07 同一試料を利用する高温超伝導体特性測定システムの開発 II

岡山大学 科学先取りグローバルキャンパス岡山
岡山県立広島大学附属福山中学校³、私立岡山白陵高等学校⁴、岡山県立倉敷天城高等学校⁵、岡山県立総社高等学校⁶、岡山県立岡山大安寺中等教育学校⁷、私立岡山高等学校⁸
代表者：西川悠生^A
共同発表者：清水陽喜^B、大野さくら^C、津島澄人^D、桑悠己^C、萱尾澄人^E、石井宏治^F、篠原俊輔^C

高温超伝導体の磁気特性温度変化を測定する装置を開発した。試料(YBCO)は粉末原材料から固相反応を用いて合成。合成後の熱処理温度を変化させ、超伝導転移との関連性を調べた。77Kから90Kの温度範囲で、帯磁率の振る舞いには熱処理温度による違いが見られた。

18JPSA-08 磁石球間及び磁石球／鋼球間における磁気力と距離の関係 (第2報)

私立札幌日本大学高等学校 代表者：佐藤琉聖
共同発表者：三戸柚香、佐藤澁大

磁気力に関するクーロンの法則によると、磁極間に働く磁気力は距離の2乗に反比例する。しかしながら、実際の磁石では2乗反比例則は必ずしも成り立たず、形状によって変わると考えられている。前報告で、ネオジム磁石球間の磁気力は、球心間距離が大きいくところでは、距離の4乗に反比例することを実験及び理論の両面から示した。本研究の目的は、前報告に引き続き磁石球間及び磁石球／鋼球間に働く磁気力と球心間距離の関係を明らかにするため、さらに精度の高い測定法を確立すると同時に、磁石球の磁気力について理論的に考察することである。また、磁石球と比較するため、角型磁石についても磁気力と距離の関係を調べた。角型磁石については、2乗反比例則が成立した。磁石球としてネオジム磁石球(10mm)、鋼球としてクローム球(9mm、10mm、11mm、20mm)を用い、磁気力を1×10⁻⁴N単位、距離を0.01mm単位で測定した。磁石球／鋼球間に働く磁気力は、鋼球の直径に関係なく球心間距離が大きいくところでは距離の7乗に反比例した。鋼球に誘起された磁極の磁極間距離が球心間距離に関係なく一定で、かつ磁気量が磁場に比例するならば7乗反比例則が理論的に成り立つ。実験結果は、鋼球に誘起された磁極の磁極間距離が球心間距離に関係なく一定で、かつ磁気量が磁場に比例することを示唆できた。また、本実験で開発した装置を用いると磁石球の磁極間距離及び磁気量を求めることが可能である。

18JPSA-09 ペルチェ素子を熱源にした金属板の熱の伝わり方 第2報

愛媛県立新居浜西高等学校 代表者：宮浦一馬
共同発表者：大西慈恩、辻真治

ペルチェ素子は、電流を流すと異種導体の接合界面で放熱が起きるペルチェ効果を利用した板状の半導体素子である。そして、加える電圧と放熱をきちんと管理することで精度良く任意の温度を保持できるという特性がある。昨年度の研究では、熱源にペルチェ素子を使って金属板の一端を加熱し、金属板全体の温度を調べることで、定常状態になった金属板の温度分布は、熱源からの距離に対して指数関数の関係が成り立つことが確認できた。しかし、金属板の温度分布に影響を与える要因については十分に検証できなかった。そこで今回は、熱の伝わり方を決定する要因について特定するために、金属板の種類や厚さを変えて実験を行い、その結果を温度差の自然対数と熱源からの距離の関係をグラフ化して解析を行った。それによって、金属板の熱の伝わり方は、周囲の温度や加熱点での温度には関係せず、熱の伝わりやすさを表す熱伝導率と熱伝達率、金属板の厚さによって決まることが分かった。

18JPSA-10 スライド式声道モデルにおける共鳴の変化～母音発声のメカニズムを探る～

群馬県立藤岡中央高等学校 代表者：相見和花
共同発表者：中澤真奈美

スライド式声道モデルとは、アクリルパイプを声道の代わりとして、粘土を詰めたフィルムケース(狹め)の移動により、母音を発声するときの声道内の変化を再現したものである。本研究では、ヘッドホンから出力したスピーカー信号を用いて声道モデル通過後の音圧の振動数特性を測定することで、フィルムケースの移動に伴う共鳴の変化を調べ、母音を発声するメカニズムについて考察を行った。その結果、フィルムケースの位置によって音圧のピークが変化し、この変化は声道モデル内の部分的な共鳴で説明できることが分かった。この共鳴の変化が母音を発声するメカニズムであると思われる。

18JPSA-11 水が結晶化を始めるまでの時間に影響を与えるムベンバ効果の条件

兵庫県立西脇高等学校 代表者：足立敬一郎
共同発表者：内藤春香、芝本悦希、内藤諒、藤本朱音、松本陽菜子、吉田朱里

冷たい水よりも温かい湯のほうが早く氷になる現象はムベンバ効果とよばれる。ムベンバ効果そのものの存在を疑問視している研究者は少なくない。あるいは、ムベンバ効果の存在は支持しても、その原因が明らかではないと結論づける研究者も多い。筆者らは、ムベンバ効果の存在の検証と、ムベンバ効果が現れる条件を明らかにする研究に取り組んだ。8.4℃～71.1℃まで様々な温度の純水70試料を冷凍庫内で急冷した。純水中央部と純水のすぐ上の冷凍庫内の温度を5分ごとに、純水中央部の温度が-20℃付近に下がるまで測定をおこなった。その結果、16～36℃の純水が最も早く0.0℃に達し、結晶化を始めた。11.0℃～50.0℃の純水が結晶化を終えるまでにかかる時間は短かった。ムベンバ効果は16～36℃でみられる限定的な効果である。温水の水分子の共有結合は強く分子間の水素結合は弱い。水温が低下すると共有結合は弱くなり水素結合は強くなる。筆者らは、冷却に伴って共有結合時に蓄えられていたエネルギーが放出され、その際の温度低下による冷却力によって、16.0～36.0℃の温水がもっとも早く凍る可能性を考えた。

18JPISA-12 屈折率勾配を持つ溶液の結像性能の解析

静岡県立清水東高等学校 代表者：大井昂幸

共同発表者：池ヶ谷駿之介, 金原美蘭, 辰井裕希, 鍋田晃希, 山田征吾, 稲葉一, 齋藤大介

水槽の底からシヨ糖を拡散させて濃度勾配を持たせた水溶液は、屈折率が連続的に変化している。この溶液を通して水槽背後の物体を観察すると、光線の屈折により、蟹気様に相当する3個の像が観察される。溶液が屈折率勾配に応じて3つの水深部に分類でき、各水深部がそれぞれ異なるレンズ作用を持つことで3個の像を出現させることが、昨年度までに解明できていた。しかし、この3個の像の中で中央の像だけは、他の像と比較して不鮮明であることについて、その理由が未解明のままであった。私たちは、物体から発した光線が溶液のレンズ作用において正確な一点には収斂できず、そのため前後に有限な奥行きを伴って結像していると仮説を立てて研究を進めた。これは、レンズに収差が伴う現象に相当する。実験と数値計算の双方から、光線の収斂位置を各水深部ごとに解析した結果、3個の像は確かに奥行きを伴って出現していること、特に中央の像はその傾向が顕著であること等が分かったので報告する。

18JPISA-13 ビー玉スターリングエンジンのモデリング

兵庫県立加古川東高等学校 代表者：坂本隼

共同発表者：酒匂日菜乃, 渋谷尚弘, 藤本有希, 三俣風花

スターリングエンジンは、熱エネルギーを力学的な周期運動に変換する外燃機関の1つであるが、気体の熱輸送にビー玉の運動を利用する「ビー玉スターリングエンジン」が提案されている。私たちはこの動作特性を実験的に調べるとともに、その数値モデル化を行った。その結果、振動が必ず減衰することを示すと同時に、ビー玉の質量と振動数の関係等の諸特性を実験と数値の両面から考察した。さらに、ビー玉の重心の変位と装置内の空気体積変化の位相がビー玉の重心の変位に対して1/2πだけ先行してことを実験で確認し、計算により、振動の減衰の制御が可能であることが示された。

18JPISA-14 エレクトロスピード -電気火花の速度測定-

東京都立科学技術高等学校 代表者：森川遥光

プラズマボールに興味を持った。プラズマボールの中をとんでいるプラズマの速さを知りたかった。それは火花に似ていると思って、火花の速さを測ることにした。火花は、14000Vと書いてあるスパークマシンを使った。乾電池1個で連続的に火花が出る。金属ボールをはさんだり、金属棒を挟んだりしてステレオマイクプロフンを作ってデータを計測、解析して計算、火花の速さ秒速513mを導き出した。手順は次の通り3段階の実験となった：

1. はじめボールを使って両端の火花が発生する音がマイクに到達する時間の差を測って、そこから火花の速さを求めてみると秒速210.3mだった。マイクからの音を、最高精度384000HzでWAVファイルに記録し、これをグラフにして解析した。
 2. しかし、やはりボールだと球体なので、火花がいつも同じ距離のところをとんでいるからどうかわからない。なので、次に長い金属棒を使って、同じように左右の音の信号の差から速度を求めてみると、秒速628mとなった。
 3. しかしこれではスピーカーのずれによる音の到着時間の差が入ってしまうので極性をひっくり返した実験も行ってそれらの差の半分を取って純粋に火花の走る時間を求めた。このようにして火花の速度は秒速513mだった。
- 実際の雷のムービーをWebで調べてみた。そしたら雷は2種類あって、ゆっくりめの最初のらばらとふる雷と、一気にかけぬける太い雷があって、普段よく目にするのは、太いほうであってむちゃくちゃ速い。だから、ゆっくりのほうの雷が今回の実験に対応するのではないだろうか。

18JPISA-15 レイリー散乱による青空の色を再現する

大阪府立千里高等学校 代表者：内山佳穂

共同発表者：今岡咲穂, 岩本優花

本研究では、レイリー散乱のみによる空の色がどのようなものになるかを実験的に再現する方法を検討した。太陽光を回折格子で分光し、連続スペクトルの結像面に透過光の強度が振動数の4乗に比例するようなマスクを取付け、透過光を凸レンズで集光してデジタルカメラのCMOSに記録する。これが原理的にはレイリー散乱のみによる青空の色と考えられる。今回は太陽光での実験に先立って、光学系の調整をかねて白色LEDで予備実験を行った。得られたLEDの青空をスペクトル解析ソフトでRGB分析し、その強度比を実際の様々な青空と比較した。結果は、G・R共に実際の青空のほうが約3割低く出た。現在太陽光での実験を準備している。

18JPISA-16 強制振動された気柱の音圧分布と境界条件

東京都立小石川中等教育学校 代表者：秋元郁

本研究では、音響管内の気柱に強制振動をさせたとき、音圧分布が境界条件や気柱長さなどによりどのように変化するかを実験と理論の両面から考察した。波の減衰を考慮した理論を用いて結果を解析した。特に、新たな閉管型の境界条件（スピーカー密着の片側閉管）のもとの音圧を測定し、これが他の境界条件の場合とは異なることを見出した。そして、それが音波の「進行波」的な性質によることを示した。また、気柱端での節・腹がどのように決まるのかを実験から明らかにした。固定端・自由端が共存する場合は固定端が、両側とも自由端・固定端の場合はその性質の強い方が、優越して端の状態を決めていることが明らかになった。

18JPISA-17 ひそひそはどこまで聞こえるか？

～糸のない糸電話を目指して～

茨城県立水戸第二高等学校 代表者：齊藤成美

共同発表者：郡さくら

皆さんは遠く離れたところにいる人と会話するとき何を使おうだろうか。電子通信機器が発達した現在、スマートフォンなどを使って、簡単に離れたところにいる人と会話することが可能になった。でも、もし電気が使えなくなったら…？

電氣を使わずに離れたところにいる人と会話ができるものを考え、糸電話が思いついた。しかし、糸電話は実用的ではなにも、糸を使わずに糸電話と同じようなはたらきをするものはないか考えた。

そこで、音の放物線反射板、Sound Parabolic Reflector～略してSPR（スピー）を作成し、実用的かどうかを研究することにした。

目的としては、一番聞こえやすい条件を見つけて、SPRを使うと具体的にどれくらい離れたところにいる人との会話が可能か測定する。また、将来的に、SPRをビルの上などに設置して、災害時に電気が止まったときの連絡を可能にしたり、公園に設置して子どもたちの新しい遊具にすることを目的としている。

18JPISA-18 ハウリングの周波数変化とその要因

私立市川高等学校 代表者：岩崎暖人

【目的】

ハウリングは様々な周波数をピークに持って起きるが、どのような要因でその周波数に変化するのが分からなかった。私はそれに興味を持ち、ハウリングの周波数の変化の要因について研究を行った。ハウリングの周波数を決定づける要因を突き止め、ハウリングの周波数を任意に変化させることが本研究の目標である。

【方法】

①ハウリングを起こすための装置の条件を変えながら、それぞれの条件においてマイク的位置を上下方向に動かしていき、そのときのハウリングの様子をFFTで観測した。
②ハウリングを起こすスピーカーとマイクとの距離を変化させながら、そのときのハウリングの様子をFFTで観測した。

【結果】

①マイクを床面から15cm程持ち上げると、低周波の音をピークに持つハウリングから高周波の音をピークに持つハウリングへと変化した。
②マイクとスピーカーとの距離が大きくなるほど、ハウリングの周波数は低くなっていった。

【結論】

ハウリングの周波数が、装置に用いていたスポンジ板からの反射音によって変化していた事が分かった。これより、ハウリングの周波数を決定する要因の一つは、マイクに入る反射音であることが分かった。

【展望】

様々な材質を装置に用いることで、特定の周波数のハウリングを起こすことが可能であると考えられる。

逆に、装置の工夫によっては、耳障りな高音のハウリングを起こさないようにすることも可能になると考える。

18JPISA-19 倍音が弱まる鳥の鳴管の構造についての研究

大阪府立岸和田高等学校 代表者：富樫陸輝

共同発表者：中橋洋介, 仁木凜之介, 村上大輝

鳥の声では特定の倍音が弱くなっていることが鳴き声の分析によって分かった（岸和田高校の課題研究）。そこで本研究では、鳥の鳴管と似たような装置を作り、その装置に通した音を解析することで、どのようにして倍音が弱くなるのかを考察を行った。今回の実験では、「ヘルムホルツ共鳴器」の原理を用いた装置を作り、それを適用することによって、倍音を弱めることに成功したことから、鳥の鳴き声の倍音が弱まるのは、ヘルムホルツ共鳴による消音（逆位相の共鳴）の影響であることが推測される。

18JPISA-20 透明円柱から作ったレンズについての研究

奈良県立青翔高等学校 代表者：藤本尚樹

共同発表者：黒上聖泰, 福森悠悠, 大前翔太郎

円柱形ペットボトル（炭酸飲料用）のような透明円柱に平行光線が差し込むと円柱の外部で円柱の中心線に平行な直線上に光が収束することが知られている。私たちは、透明円柱を直角に配置することで、凸レンズのように1点に光を収束させられるのではないかと考えた。そして、透明円柱を直角に重ねたときの重なった部分の形状のレンズを製作した。得られたレンズの特性を調べたところ凸レンズと類似したレンズの式に従って像が結ばれることがわかった。

18JPISA-21 青の洞窟の青に迫る

～自作した積分球を用いた水の透過率測定～

愛知県立一宮高等学校 代表者：濱地駿佑

青の洞窟の中の水の色が青く見えるのは、水分子が赤色に近い波長の光を吸収しやすいという性質から光が水を通る距離が長いほど、赤色に近い波長の光が吸収され、最終的に青色に近い波長の光が残るためという仮説に基づき、長さ1m程度の塩ビ管に水を入れたときと入れないときで透過光のスペクトルを分光器で測定し、水による光の透過率を波長ごとに求めた。しかし、水のような光の吸収が少ない液体の透過率測定ではわずかな吸収を測定しなくてはならず、実験での誤差の影響が非常に大きく、透過率が1を超える問題が生じていた。今回、透過率が1を超えてしまう原因が実験の際に水の無により光の経路が変化し、分光器に入射する光量が増えるためと考えられたため、全ての光を測定できる積分球を自作して測定を行ったところ透過率をより正確に求めることができた。

18JPISA-22 紙風船はたたくとなぜふくらむか～音による考察～

由利本荘市立大内中学校 代表者：遠藤諒

共同発表者：奥山大聖, 佐々木雄輔, 加藤優大, 吉尾龍馬, 佐藤珠里, 小林龍生, 三浦あや

僕らの部活は文化部にもかかわらず、毎年運動部並みに団結してひとつのテーマを追求している。今年度の研究のポイントは、紙風船のつくりと音の波形による紙風船中の空気の弾性の考察である。手に感じる空気がネのような動きを紙風船から響く音の波形に変換し考察している。imageJ, UR22, 3D スキャナを駆使、光センサー搭載のアタッキー3号機の設計を行い、定量的な実験を目指した。紙風船の中の見えない空気の動きを波形に変換する方法は、重力波確認法とリンクしている。僕らは先輩のスキルを活用し、空気のふるまい方をゴム膜やゴム風船、ビンの中に入れていく空気の波形と比較検討することで、紙風船中の空気の振動を捉えることができた。結果、紙風船が膨らむためには中の空気の振動だけでなく、空気の振動のエネルギーを奪う紙自体の弾性が重要な役割をしていることを、その非対称的な波形から読み取ることができた。紙の弾性が高い周波数の音を消音しているということ、空気の振動が紙の変形のエネルギーに変換されていることは、同じことを意味していると分かったとき、この研究の本当のおもしろさを知った。

18JPISA-23 多層塔（仏塔）の心柱構造による制震、耐震効果

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 代表者：浅井安都侖

今回の実験では、多層塔の心柱構造が地震力を受けた時にどのような制震、耐震効果をもたらすかを考察した。竹ひごを用いておよそ実物の200分の1の寸法の多層塔の構造模型を作成し、発泡スチロールを地盤に見立て、振動台の上で揺らした。その際、構造模型の層数、心柱の下端に吊るすおもりの質量、心柱の構造を変化させたときの、最上層の揺れ幅、倒壊時の震度を計測した。その結果、それぞれの心柱の構造の特徴がある程度わかり、振幅については低層、高層で異なる傾向が見られた。

18JPSPA-24 やり投げの物理 一最も遠くまで飛ぶ角度一

神奈川県立厚木高等学校 代表者：赤澤唯

高校物理における斜方投射は、運動方程式に基づく概念的なものとして教わり、実験されることは稀である。理論上は45°で射出した場合の飛距離が最大になり、空気抵抗の影響を考慮すると、30-40°が最適と定性的に説明されている。これは正しいのだろうか？本研究では、実験に適した手作りのボウガンから発射される矢の飛行距離を実測定することにより、斜方投射を実験的に再現し、空気抵抗の影響を定量化し、さらにはやり投げ競技に対しての示唆を得ることを目的としている。実験は、無風状態の休日を避け、車のいない早朝の広い駐車場において、アスファルト上に引かれた等間隔の白線を利用して行った。重さ、長さ、太さ、素材等を変えた様々な種類の矢を自作し、10-45 m程度の飛行距離の射出角依存性を測定した。また発射地点においてビデオ撮影を行い、各矢の初速度を算出した。その結果、射出時の運動エネルギーは矢の重さによらず一定で、最大飛行距離は大雑把に初速度に比例する関係が得られた。運動方程式から導かれる軌跡と実験結果を比較すると、落下点付近ではかなり減速され、飛距離を落としていることが分かった。同じ初速度の矢であっても、太さ・長さ・剛性により、飛行距離の射出角依存曲線には大きな差が見られた。特に高角射出の場合に強く減速する矢と、45°を超えても減速しにくい矢の違いが明らかになった。これらの実験結果から、やり投げ選手の技量に応じてどのような投てき有利かに関して、スポーツ科学の分野で経験的に語られてきた知見を裏付ける結論が導き出される。

18JPSPA-25 「筋交い」を利用した建築物を学ぶ

奈良県立青翔高等学校 代表者：鎌田暉
共同発表者：内本侑希、清水治音、松木平晴香

私たちは、日本の耐震建築物の構造の中で特に「筋交い」に着目した。筋交いは、柱と柱の間に斜めに入れて建築物の構造を補強する部材であり、水平力を受けたときに変形を防止する作用がある。そして、「新聞紙で作る高速道路「橋」コンテスト」を参考に、この作用を用いた建築物の製作に取り組んだ。まず、最初に橋の側面に筋交いを入れた橋とその他の構造が同じで筋交いを入れない橋を作り、強度を調査した。その結果、筋交いの本数と強度には関係性があることがわかった。また、橋の底にも筋交いを入れると壊れにくく考え、底にも筋交いを入れた橋を作り同様の実験も行った。その結果、筋交いの本数が増加するほど強度が増すが再確認できた。次に、これまで橋では筋交いを柱に対して正三角形を作るように入れたが、より強度を増すために、筋交い同士が交わるようにもう一つずつ三角形を作成する方法を考えた。しかし、底の柱が抜けて折れたことから、筋交いによって抜けないように補強されたが柱自身には十分な強度がないことも分かった。この結果より、柱と筋交いを互いに二重にすることで、支えるための強度を増すことができると考えた。この他、側面の歪みを防ぐため、側面に対して垂直の柱を両側に1本ずつ入れる方法も取り入れた。結果、約33kgの重りまで耐震可能な橋を作れた。この実験から、素材がもつ強度を増すためには、筋交いが一定以上の本数を必要であるということがわかった。そして、私たちは最終的に約60kgの人間にも耐えることができる丈夫な橋を製作することに挑戦したい。

18JPSPA-26 身近なものを用いた加速度計の作製について

宮城県仙台第三高等学校 代表者：海老健太郎

物理の授業で、磁気テープのついた力学台車をばねばかりで加速させ、記録タイマーで運動の様子を記録する実験を行った。しかし、ばねばかりで力学台車を加速させるのが難しく正確なデータをとれなかった。そこで、力学台車に乗せられて簡単に力学台車を加速させられる道具があれば便利ではないかと考え、研究を始めた。今回は振り子を使った加速度計と水を用いた加速度計の実験を行った。これらの加速度計の目盛の精度を測定したところ、どちらもほぼ正確であることが分かった。またこれらの加速度計を力学台車の上に置き目盛に合わせて力学台車を手で加速させたところ、振り子を用いた加速度計は0.50m/s²以上の加速度では加速度が大きくなると誤差が大きくなってしまい、水を用いた加速度計は0.50m/s²以下では誤差が大きくなってしまふことが分かった。このためこれらの加速度計を測定する加速度に応じて使い分けることが考えられる。

18JPSPA-27 重力の魔術師をめざして

～重力可変装置を製作し、火星表面の水の流れを解析する～

大阪府立春日丘高等学校 定時制の課程^A、大阪府立大手前高等学校 定時制の課程^B
代表者：神野佑介^A
共同発表者：永田英^A、戸田拓邦^A、中村圭太^A、新居優太郎^A、今林潤^A、鷺見香莉奈^A、森本拓輝^B、柏木ハツエ^B、佐古佐子^B、鷹金舞^B、鄭結心^B、廣岡陽子^B、岩築美幸^B

5年前、先輩が製作した微小重力発生装置は0.5秒の短い時間であるが、小惑星「イトカワ」の表面重力に近い値であったため、「はやぶさ2」のサンプラーホーン製作の予備実験に使用された。また、最近太陽系探査に関連したニュースを目にする機会が増えてきた。そこで、今度は月や火星などの天体の重力がつくることができないかと考えた。

物理の授業で習った練習問題を応用し、加速度をコントロールすれば、月や火星の重力もつくれるはずだ。そう思い立ち、アトウッドの滑車を利用して重力可変装置の製作を試みた。落下時の振動を抑えることは課題として残るが、簡単な原理を用いておもりの重量を調整することで目的とする天体の重力を実現することができた。微小重力発生装置と連携すれば0Gから1Gの任意の重力を生み出すことができ、さらなる改良で0Gからおよそ1.5Gまでの重力をつくりだすことができると考えられる。

この装置で火星表面での水の流れを観察した。火星上の水は、地球上での挙動とかなり異なることがわかった。見かけ上、粘性が大きくなったような動きを示した。この装置は、今後の太陽系探査で、さまざまな天体環境での予備実験に重要な役割を果たすと考えられる。

18JPSPA-28 魚の尾鰭の形状による推進エネルギー効率変化の解析実験

国立神戸大学附属中等教育学校 代表者：中島一成

【動機】

人間は生物の機能を研究し、ヒントを得て、自分たちの生活に有益なものをつくってきた。生物は進化の末に実に高機能な体を持ち合わせている。そこで私は、魚の泳ぎの速度に最も影響を与えると思われる尾鰭の形状に着目し、形状の違いが推進エネルギー効率にどのような影響を及ぼすのかを実験で検証した。

【研究方法】

魚の泳法を模倣したロボットであるTAMIYAの「MECHANICAL FISH」を魚のボディとして使用し、実験を行った。取り付ける尾鰭はプラスチック板を使用し、数種自作した。実験内容は「面積一定で厚さを変化させての比較」、「ある形状とそれに切れ込みを入れたものとの比較」、「回転体積一定のもと形状を変えたときの比較」である。測定方法はiPad mini4のスローモーション動画撮影機能を使用し、魚型ロボットが水中を一定の距離を進む時間を計り、その平均値から速度を割り出し、比較した。

【結果】

回転角一定のもとで尾鰭が掃く空間の体積を増加させると、速度は(回転軸方向の長さ)×(それに垂直な長さ)のある点までは増加し、それを超えると減少した。

【結論】

推進速度を上げるために、厚さが薄く、切れ込みがなく、回転軸と垂直方向に適度な長さを持つ形状が良いとわかった。

【今後の展望】

各尾鰭の電池の消費量からわかるエネルギー量の比較や、異なる泳法での実験結果を得るなど、更なる研究を重ねたい。

18JPSPA-29 減衰振動における空気抵抗力の性質について

石川県立小松高等学校 代表者：福島茜
共同発表者：江端祐一、竹本哲也、平加拓星

本研究では、板を取り付けたばね振り子の減衰振動の測定およびその数値計算によるシミュレーションにより、板にはたらく空気抵抗力の性質を明らかにすることを試みた。私たちは、ばね振り子に取り付けた半径の異なる円板の減衰振動の時間変化を、位置センサーで測定する実験を行った。また、Excelを用いた数値計算によるシミュレーションにより、実験結果との比較をした。分析の結果、板にはたらく抵抗力の大きさFが速さの1乗に比例する項と2乗に比例する項の和(F=C_v+Dv²)で表せるとすると、実験結果とシミュレーションはよく一致した。空気抵抗力の速さの2乗に比例する項の係数(空気抵抗係数)Dは、速さの1乗に比例する項の空気抵抗係数Cよりもはるかに大きくなり、抵抗力の大きさはほぼ速さの2乗に比例することがわかった。また、空気抵抗係数は円板の面積に比例しなかった。

18JPSPA-30 究極の「飛ぶ吹きゴマ」を求めて

玉野わくわく実験クラブ(岡山県立倉敷天城中学校) 代表者：藤田紗矢

吹きゴマとは、上から息を吹きかけると回るコマのことである。コマの形をプロペラのようにして、息を吹きかけて回した後、急に息を止めると回転しながら上に飛び上がる。私はこのコマをお父さんに教えてもらったが、うまく飛び上がらせることができなかった。そこで、私が調べても飛び上がるコマを作りたい、そのためにいろいろ条件を変えて飛び上がる高さを調べ、いばん高く飛び上げて、究極の「飛ぶ吹きゴマ」を見つてたいと考えて、この研究を始めた。そして、羽根の枚数や形状、長さなどを変化させて、3000回を超える試行の後、平均して150cm以上飛び上がるコマを発見した。

18JPSPA-31 曲芸“傘回し”再現への道

富山県立富山中部高等学校 代表者：斎藤駿
共同発表者：小玉隆太、金崎礼生

球が直線方向に回転して進んでいくという光景は普段からよく目にするが、球が円形に回転して進むという図は想像できるだろうか。おそらく、ほとんどの人は容易に思い浮かべることができないだろう。ここで一つ円形に進む球の例をあげると、傘の上でまわり(ボール)を回転させる曲芸“傘回し”というものがある。私たちはこの“傘回し”を見て、「もし、傘ではなく平らな回転板を使ったら誰でも簡単にできるのだろうか?」という素朴な疑問を抱いた。

学校に回転台と球があったので“傘回し”を再現してみたがうまくいかなかった。そこで私達は「回転している水平面上の一方所で球をとどめ、そこで自転させる(これを傘回し再現と定義する)」ことを目標に研究を始めることにした。結果として傘回し再現に必要な条件は、真に水平な回転板と球の適切な初期条件(その場で自転させること)の二つであることが分かった。

18JPSPA-32 入射球が磁石球であるガウス加速器の加速メカニズム(第2報)～射出球の質量と運動量及び運動エネルギーの関係～

私立札幌日本大学高等学校 代表者：牧野楓也
共同発表者：市川寛治、佐藤澗大、三浦健太郎

本研究の目的は、入射球が磁石球であるガウス加速器において入射球の衝突直前の速度を求めること、及び射出球の質量と射出直後の射出球の運動量及び運動エネルギーとの関係を調べ、運動量保存則及び力学的エネルギー保存則に基づき考察することである。入射球としてネオジム磁石球(直径10mm)を、射出球として鋼球(直径8mm～30mm)を用いた。入射速度は2つの方法から求めた。第1の方法はハイスピードカメラ(撮影速度:3000fps～10000fps)から求めた。第2の方法は磁石球間に働く磁力-距離曲線の面積から算出した。これらの方法から入射速度の値はほぼ一致し、5.5m/sであった。確かな入射速度が初めて明らかになったことで、運動量保存則及び力学的エネルギー保存則に基づいた考察が可能になった。射出球の質量を入射球の質量よりも大きくすると、射出球の運動量を入射球の運動量よりも大きくできるが、この現象は衝突直後の球体全体の運動の様子から運動量保存則により説明できることがわかった。射出球の質量が入射球の質量と等しいと射出球の運動エネルギーが最大値を示したが、その値は入射球の運動エネルギーの約56%であった。ガウス加速器における磁石球を鋼球に置き換えて同様の衝突実験を行うと、射出球の運動エネルギーは入射球の運動エネルギーとほぼ等しい値を示した。これは、磁石球と接する鋼球との間に働く磁力が射出球の運動エネルギー損失の主な原因であることを示唆している。

18JPSA-33 アルソミトラ種子の羽が生み出す滑空を調べる

岡山県立倉敷天城中学校 代表者：上杉直輝

本研究では、アルソミトラ、マツ、フタバガキの種子が空気抵抗のない真空状態や、風の有無・強さによって運動の違いを生じるのかを検証し、アルソミトラの種子の羽の滑空を調べた。その結果、どの種子の羽も空気抵抗がない真空状態では、同じ自由落下運動を行い、空気の存在があるからこそ役立つ羽であることが分かった。さらに、アルソミトラの種子の羽は、マツやフタバガキと異なり、空気抵抗を利用して無風だと高さ1mに対して水平方向に4m、有風だと高さ1mに対して水平方向に20m移動し、すぐれた滑空能力をもつことが分かった。また、この滑空は風速の大小にもほとんど影響を受けず、風と空気抵抗をうまくとらえ安定的に滑空していく形状であることが証明された。

18JPSA-34 皿回しの棒のセンタリング現象

国立津山工業高等専門学校 代表者：谷田大地
共同発表者：戸川翔太

底の平らな皿でも棒の先で上手に皿まわしをすと、自動的に棒が皿の中心に寄るセンタリング現象が起きる。太い棒や、細い棒ではセンタリングさせることが困難なことから、皿回しのセンタリングには棒のしなりが関連していると推測し、棒の硬さ（断面二次モーメントとヤング率の積IE）とセンタリング可能な棒の長さの範囲を実験的に求めた。硬い棒では長く柔らかい棒では短くときにセンタリングが可能であり、その長さの許容範囲は狭まる。皿回しの棒のセンタリングは棒の長さか棒の硬さIEをパラメータにして比較的狭い範囲でしか起きないことが分かった。

18JPSA-35 水面下から発射された水噴流の水噴流の水輸送機構の解明～油回収実験を通して～

広島県立広島国泰寺高等学校 代表者：坪根虎汰
共同発表者：山田英寿

2019年私たち科学部物理班の先輩が、水槽に水を満たし水面下から空中に向けて水噴流を発射すると、発射した水噴流の水は外部から供給されているにも関わらず、水槽の水が減少していく現象を発見した。このことは発射した水噴流が水槽内の水を輸送していることを示し、その後、先輩らは詳細な実験から水噴流が輸送した水量は発射された水噴流の直径、流速、また水噴流の発射口の水面下からの水深に比例することを確かめた。先輩らは、水噴流付近にインクを滴下すると表面に浮かんだインクが水噴流に巻き込まれる現象を見て、水噴流が輸送する水量がこれら諸量に比例する理由を「発射された水噴流が水面付近の水を巻き込んで輸送する」モデルを構築して説明した。しかし、今回私たちは環境改善の目的で、水噴流を使って水面に浮かんだ油の回収実験を行っている際、このモデルを大きく覆す実験結果を得た。それは、発射口の水深を大きくしていくと、水の輸送量は増加するにもかかわらず、水面に浮かんだ油の輸送量は減少するという結果である。この結果から、次の新しい水輸送モデルを構築した。「水面下から空中へ向かって発射された水噴流は、水噴流の側面に接する流体を水噴流の側面と同じ速さで、発射口から水面に達する間、周りの流体を輸送し続ける。」このモデルを使うと、油回収実験における水噴流によって輸送された油と水の回収量の実験データを良く説明することができた。但し、今回のモデルは、粘性率等の輸送される原因には触れていないため、今後の課題とする。

18JPSA-36 モーターを活用した流体から受ける抵抗力の測定装置の開発

愛媛県立新居浜南高等学校 代表者：山脇宏規

私は、物理の授業で、抵抗力について学習した際、物体が受ける抵抗力は物体の速度に比例する粘性抵抗と、速度の2乗に比例する慣性抵抗の2種類が現れることに興味を持った。今回の先行研究である福井県立高志高等学校「物体が気体中で受ける抵抗力について」では、モーターの消費電力から計算した抵抗力が流れの速度の2乗に比例し、前面接触面積にも比例することが報告されている。本研究では、さらにモーターによって公転する鉛球を用い、流体の粘性抵抗値と慣性抵抗値と回転速度の関係を定量的に測定できる装置を製作することはできないかと考え、測定装置と測定方法について研究した。モーターを使用する利点は、回転トルクを電流値によって制御することができるので、回転速度と抵抗力の関係が細かく測定できることである。測定精度については、実験値から粘性抵抗による粘性係数や慣性抵抗における抵抗係数を計算し、理論値と比較することにより、データを評価した。粘性係数や抵抗係数は、非常に小さい値であり、測定時の条件を精密にコントロールしなければ十分な精度のデータを得ることができない難しさがあつたが、実験を繰り返すことで、水の抵抗値について、理論値に近い値を測定し、考察することができた。また、慣性抵抗値については、高速で回転させた場合、鉛球の回転方向に水流が発生し、その影響で文献値よりも小さい値になることが明らかとなった。

18JPSA-37 水波を用いたため池の浮遊物の回収

兵庫県立加古川東高等学校 代表者：岡部和佳奈
共同発表者：大西巧真、籠谷昌哉、三俣風花、小林秀太、多湖崇人、前谷風弥

本研究では、ため池の環境に悪影響を与える外来種の水生植物やゴミなどの浮遊物を、水面に振動を与えることで流れを作り、回収する方法について考察を行った。自作の実験装置を用いて、水面に振動を与えたときの浮遊物の動きを調べた。この実験から、浮遊物の回収に適した条件を調べ、実現可能な回収装置を提案することを目的とする。はじめに加古川市役所とため池の浮遊物の回収について協議を行った。また、加古川市内のため池9か所で現地調査を行った。実験は浮遊物の種類による動きの違いを調べる実験1と波源の設置場所と振動数による浮遊物の動きの違いを見る実験2を行った。実験では自作の実験装置を用いた。ため池として直径28cmの円形の水槽を用い、波源には直径8cmのスピーカーを用いた。実験1では浮遊物としてBB弾と4mm四方の画用紙を用いた。また波源は中央に設置した。実験2では波源の設置場所を水槽の中心から4cmずつ外側に3か所定め、振動数を20Hzから100Hzまで20Hzずつ変えて合計15パターンで実験を行った。実験1では浮遊物によって動きに違いが出るということが分かった。次に実験2では、波源の振動数が20Hzで中心からの距離が4cm、振動数が100Hzで中心からの位置8cmの2つの場合は、1つの流れで外側に寄るように動いた。それ以外では、浮遊物が中心付近で回転していたり、動きが悪い、数か所に分かれて回っているなどが多かったためこの2つの場合で、端に回収装置を設置することで浮遊物を集めやすいと考えた。筆者らは以上の結果よりため池に装置を設置する場所を提案する。

18JPSA-38 コーンスープの中のコーンの動き

国立広島大学附属高等学校 代表者：大坪陽樹
共同発表者：岩本宙、香川和泉、高山泰子

コーンスープを飲むとき、コーンが何粒か間に残ってしまった経験はないだろうか。私たちはコーンを残さず飲みきる方法を科学的に見つけたいと思った。そこで2つの方法からこのテーマに迫る事にした。第1に人がコーンスープを飲む状況を再現することを考えた。人が温かい飲み物を飲む様子をビデオカメラで撮影し、飲む回数、1回ごとに缶を傾ける角度、1回にかかる時間を分析した。この分析結果をもとにモデル実験の際の缶の傾け方の条件を決定した。第2にコーンスープの中のコーンを可視化することを考えた。コーンスープは不透明であるため、コーンの動きを観察することができない。そこでスープを透明な液体に置き換えることを試みた。とろみ剤と食塩を用いて、粘度と密度をコーンスープと等しくなるように調整を行った。粘度の調整は、液体内に小球を落下させたときの加速度を測定することで行った。この溶液とコーン粒を透明な容器に入れ可視化モデルとし、観察することでコーンの動きの法則を導き出す。

18JPSA-39 冷気の流れによる竜巻発生条件

北海道札幌西高等学校 代表者：大井紗原
共同発表者：高橋権緒史、木浪凜太郎、桑原優、星信太郎

本研究では、観雲を伴う竜巻「ガストネード」の再現を目的に実験を行った。「ガストネード」とは、親雲の下部から冷たい空気が地表に向かって流れ込み、地表で暖められた上昇気流とぶつかることで発生する小さな前線「ガストフロント」を伴う、竜巻の一種である。そこで、今回は地表にあたる部分をホットプレートで温めて、上昇気流を発生させ、そこにアクリル板の坂の上から冷気を流し込み、斜面の角度や上昇気流の太さについて設定を変えながら、実験を行い、一番竜巻を発生させやすい条件を探した。その結果、暖かい上昇気流に冷たい下降気流を斜面から流し衝突させることで、ガストネードと由来や構造の同じ渦が発生した。さらに竜巻は衝突した気流の端でよく発生した。また、竜巻が発生するのは衝突した互いの気流の流速、太さなどの条件が偶然重なったときにのみなので他の気象現象ほど頻りに発生しなく、予想が困難であることが分かった。

18JPSA-40 水溶液境界面の混合速度の測定と溶質物性に関する研究

福岡県立香住丘高等学校 代表者：山川恭直
共同発表者：中柴研音、山口琴音、今里栄央、藤田めぐみ、井手美里

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混合状態の変化を可視化し、混合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混合速度を測定し、物性の違いを比較した。

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測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混合状態を可視化し、混合速度を定量化することができる。

最初に、市販の砂糖と食塩の水溶液で混合速度を測定・比較したところ、溶質によって混合速度が異なることが分かった。その原因を調べるため、濃度差が同じものや密度差が同じもので混合速度を比較したが、それだけでは混合速度が異なる理由を説明できないことが分かった。次に、不純物の影響を避けるため、実験用の試薬であるスクロースと塩化ナトリウムに変更して測定を行い、拡散に関するFickの第1法則との整合性に着目して考察した。その結果、スクロース水溶液の混合はFickの法則が成り立っているが、塩化ナトリウム水溶液の混合はこの法則のみでは説明できないことが分かった。

18JPSA-41 落下時の水の回転運動における表面張力の影響

国立神戸大学附属中等教育学校 代表者：秋田慎平

落下しながら流れる水は、回転しながら落下している。ペットボトルに2mm四方の正方形の穴をあけ、静かに地面に置いて水を入れると、穴から水が飛び出す。正方形の四隅がねじれながら円形に近づいて落下する様子から、実際に回転していることが確認できる。本研究では、水が回転する要素を調べた。まず、水に洗剤を加えると界面活性剤の働きにより表面張力が小さくなるため、水と洗剤を加えた水と比較して表面張力の影響を確かめた。次に、穴の形状を変えることで回転する方向に変化があるのかを確かめた。以上の実験より、水の回転の要因の一つが、表面張力であると結論付け、水の放出口の形状に回転の向きが依存することが確かめられた。

18JPSA-42 ブラジルナッツ効果に関する研究

愛知県立岡崎高等学校 代表者：栗田峻輔
共同発表者：遠山大地、富銘啓

本研究では、ブラジルナッツ効果（粒径の異なる2種類の粉粒体を混合し、振動を加えた際に、粒径のより大きな粉粒体が上部に、粒径のより小さな粉粒体が下部に集まる現象のこと。）のメカニズムの解明を目的として行ったものである。前年度までの研究では、粉粒体を斜面に流した時に発生する粉粒体の層化と分離のメカニズムの解明を目標にしてきたが、実験結果に影響する条件が多く、数値化して評価することが難しかったため、粉粒体の層化と分離の発生原因と考えられているブラジルナッツ効果のメカニズムについて、詳細に調べていく事にした。

今回、我々は粉粒体を均一な条件で振動させる振動装置を作製し、容器に入れた粉粒体を振動させる実験を行った。実験の結果、これまでブラジルナッツ効果の発生原因と考えられてきた、2つの仮説（落ち込み仮説と対流仮説）が複合的に発生し、条件によってどちらの特徴が強く現れてくるかが変化しているという結論に達した。

18JPISA-43 塩水振動のメカニズムの解明

私立本郷中学校・高等学校 代表者：本間理起
共同発表者：大倉大和, 夏目一樹, 塚越新

コップ状の容器の底に穴を開け、その容器を水の入った水槽に半分くらいが水に浸かるように入れた後、容器内に食塩水を入れると、穴を通して食塩水が容器から水槽に出たり、水が水槽から容器内に入ったりすることを交互に繰り返す現象が起きる。この現象のことを塩水振動という。

我々は今回、塩水振動のメカニズムについて研究した。研究を通して次の3つのことがわかった。

- 1つ目は、穴に上下からかかる水圧が等しくなる水面の高さまで容器内に出入りが起きる。その後、塩水振動が発生する。
- 2つ目は、穴付近において容器から出る食塩水の流れに向かって周囲から集まる流れが発生する。この流れが食塩水の流れを細くすることで穴に水が入り込み、容器内に水が入り始める。
- 3つ目は、容器内に入った水の流れが水面で反射し、後から入ってきて上昇する水の流れと当たることによって、容器内に入る水の流れが無くなる。その後、拡散によって引き起こされる流れにより、容器内の食塩水は水槽の水の中へ流れ、食塩水は水よりも密度が大きいのですら下へと流れていくことで容器から食塩水が出始める。

18JPISA-44 最先端の粒子飛行時間測定器 Multi-gap Resistive Plate Chamber (MRPC) を自作し、 宇宙線を使って性能評価をしよう

宮城県仙台二華高等学校^A、私立仙台白百合学園高等学校^B、岩手県立盛岡第三高等学校^C
代表者：山本真瑠^A
共同発表者：安部愛乃^B、谷藤春香^C

素粒子・原子核の実験研究では、測定装置そのものを研究者自ら開発し、作成している。多様な測定器の一つとして飛行時間測定器がある。粒子の飛行時間を測り、別に測定した運動量と組み合わせ、質量を求めることによって粒子認識を行う。今回私達は、東北大学飛翔型科学者の卵養成講座の重点コースの1つに参加し、飛行時間測定器の一種であるMulti-gap Resistive Plate Chamber (MRPC) を作成し、宇宙線を用いて時間分解能の性能評価を行った。

MRPCとは、高抵抗の板を複数枚重ね、数百ミクロン程度のギャップを作り、ギャップ間にガスを流す構造の測定器である。ギャップ間には高電圧をかけ、荷電粒子が通過する際に電離したイオンと電子を増幅する。MRPCは磁場中での使用が可能であり、かつ高い時間分解能を持つ。

時間分解能と印加電圧依存性について、最初に宇宙線を用いてテストを行った。時間分解能を評価するために、MRPCの他に、プラスチック・シンチレーション・カウンターを2つ使用し、飛行時間を測定した。これらの飛行時間分布から、各検出器の固有時間分解能を求めた。

測定データは、MRPCの分解能の印可電圧依存性を示した。電圧を上げると共に、時間分解能が向上し、印可電圧16kV以上で約110psの分解能を達成した。この結果を受けて、現在ギャップ数を変えたMRPCの性能評価を行っている。新たなデータ解析結果についても、本講演では発表を行う予定である。

18JPISA-45 粒子の存在確率における量子-古典対応の考察

奈良市立一条高等学校 代表者：川本大志

本研究では、厳密に解ける調和振動子系の波動関数に対し、量子数が大きくなる極限の解析により、粒子の存在確率における量子-古典対応について考察を行った。波動関数の絶対値の二乗で与えられる粒子の存在確率密度は、量子数が大きい極限で激しく振動するため古典的な確率密度には近づかない。しかし、エルミート多項式の漸近的な振る舞いを鞍点法を用いて解析することにより、確率密度のある領域で積分した確率が、量子数が大きい極限で古典的な確率に一致することがわかった。厳密な波動関数から出発して量子-古典対応を見出したことが本研究のユニークな点となっている。

18JPISA-46 恒星月・朔望月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 代表者：仁田野竜大
共同発表者：森田尚樹

慶應義塾大学が運営しているインターネット望遠鏡プロジェクトを使った月の観測・解析、さらに地球の公転周期の測定の方法について、我々は研究を重ねてきた。

昨年度、2地点からの月の同時観測による地球から月までの距離の測定方法、同一視野角での月の見かけの大きさ・満ち欠けの度合いから近点月と朔望月を測定する方法を確立した。これらは「理科年表」の値と比べて、どれも高い精度で測定することができた。近点月と朔望月が一致しないのは、月が公転する間に地球も太陽の周りを公転して移動していることを示している。このことから、地球の公転周期と近点月・朔望月の差の間には密接な関係があると考えた。そこで、近点月・朔望月の測定結果を使って地球の公転周期を測定したが、地球の軌道を円軌道として考えたため、431.6日となり精度がかなり悪かった。

本研究では、地球の軌道を楕円軌道として地球が公転運動する角速度は一定ではないと捉えた。ケプラーの第2法則を用いた地球の角速度と、近点月ではなくケプラーの第3法則から測定した恒星月を用いることにより、地球の公転周期は360.5日と測定でき、昨年度より大幅に精度を上げることができた。

さらに、恒星月と近点月の2つの周期がわずかに異なる点に気付いた。それは、太陽の重力により月の楕円軌道が焦点の地球を中心として回転しているからであると考えた。その回転周期を測定すると、7.670年となり、約8年で一周することもわかった。

18JPISA-47 国際宇宙ステーションの見やすさの予測

群馬県立前橋女子高等学校 代表者：堀内桃音
共同発表者：小村昌子, 関口舞, 丸山玲花, 齊藤あすか

私たちはISSの見やすさを通過前に予測することを目指している。最初に、どのような条件にどの程度影響されるかを調べることにした。ISSの連続写真を撮り、ISSの見やすさ指数 = (ISSの明るさ) ÷ (背景の空の明るさ) と定義し、グラフを作成したところ、ISSの見やすさの変化は目視の感じ方と一致した。ここから、「ISSの明るさ」と「背景の空の明るさ」を予測できれば、見やすさが予測できると判断した。「ISSの明るさ」については太陽、ISS、及び観測者の位置関係が関係するという仮説を立て、ISSの模型と太陽に見立てた光源を使って実験をした。結果、三者の位置関係による明るさの違いが確認された。「背景の空の明るさ」については日没時刻から日没後150分まで1分間隔の全天の魚眼画像を撮影し、予測に利用した。現在は、私たちが予測したISSの見やすさと実際の見やすさ指数を照合している。

18JPISA-48 アクリル板の水をふきとった際にできる水滴の幾何模様における規則性についての研究

大阪府立豊中高等学校 代表者：飯尾一輝
共同発表者：松本龍之介, 織谷涼右, 郷野真紘, 南井康佑, 土田尊, 小野龍文

本研究ではアクリル板表面に霧吹きで水を吹きかけ結露吹きで水滴を取り除いた後に残る水滴の幾何模様に関しての考察を行った。雑巾を使用して水分を取り除くのではなくノズル部がゴム製の結露吹きを使うことでより観察に適した水分量に調節することができた。そしてこのようにして集めたデータを一つ一つ検証したところ、「水滴が形成する模様にはポロノイ図と類似性がある」ことが分かった。

18JPISA-49 縞構造を伴うエルブスとOHバンド大気光波動の関係

静岡県立磐田南高等学校 代表者：橋本惠一
共同発表者：太田諭志, 斎須けいら, 妹尾梨子

2007年より高高度発光現象(TLE)の観測を開始し、2012年TLEの一種であるエルブスに縞構造が存在することを発見した。そして、この縞構造は同高度に存在する縞状構造であるOHバンド大気光波動に関係していると考え、同時観測による検証を行った。

まず、OHバンド大気光観測システムを構築し、従来のTLE観測システムとの並行観測を開始した。すると日本海上空で発生したエルブスと同じ空域のOHバンド大気光波動を同時観測することができた。得られたデータをもとにエルブスの縞構造の方向とOHバンド大気光波動の波面方向を比較したところ、両者は東北東-西南西方向で一致していた。また、大気光観測システムの改良を経てOHバンド大気光波動の波長を計測し、エルブスの縞構造の間隔と比較したところ、両者の分布は一致していた。

以上のように方向と間隔が一致したことから、エルブスの縞構造の原因はOHバンド大気光波動そのものか、大気光波動の原因である電離圏擾乱のいずれかである。

- エルブスは、以下の過程で発光する。
- ①地表付近の落雷に伴って生じた電磁パルスが電離圏に達し、大気中の電子を加速する。
 - ②電子が大気粒子に衝突してエネルギーを与える。
 - ③大気粒子が励起状態から戻るときに、エネルギーを光として放出する。

もしもOHバンド大気光波動が縞構造の原因であれば、縞構造は③の段階でOHバンド大気光波動が光学的に映り込んで縞構造が生じていると考えられる。もしも電離圏擾乱が原因であれば、①の段階で加速される電子の密度を反映して縞構造が生じていると考えられる。

18JPISA-50 帆座領域における分子雲衝突による大星団の誕生

国立名古屋大学教育学部附属中・高等学校^A、愛知県立明和高等学校^B
代表者：森田早織^A
共同発表者：出町史夏^B、星静^A

太陽の20倍から150倍ほどの質量を持つ大質量星については、誕生の仕組みが20年以上にわたって研究されてきたが、いまだに明らかになっていない。そのような中、2009年以降、名古屋大学の研究グループが分子雲同士の超音速衝突によってO型星が誕生している例を10個以上発見した。この研究に興味を持った私たちは、2015年度から国立名古屋大学教育学部附属中・高等学校 相対論・宇宙論プロジェクトと愛知県立明和高等学校 SSH 部物理・地学班との共同で名古屋大学大学院理学研究科天体物理学研究室の協力の下、分子雲衝突による大質量星を含む星団の誕生の仕組みを研究している。2015年度では南天に位置する巨大星団 Westerlund2 の解析を行い、分子雲が恒星風のエネルギーの一部を受けて加速しているという結果を得た。本研究では銀河系の中でも特に若い星団であるRCW 36に着目した。画像解析を行った結果から、私たちは視線速度の違う2つの分子雲が衝突したことで星が誕生したという仮説を立てた。しかし解析画像からだけでは分子雲が直線的な運動をしているのか円運動をしているのかは、はっきりとわからない。この仮説を証明するため、私たちは分子雲と星団の空間的な位置関係、地球から分子雲までの距離、分子雲の質量を使って2つの分子雲が重力的束縛を受けて運動しているのかどうかを計算した。結果として、互いに独立して運動している分子雲は、約10万年前に衝突し、大質量星を二つ形成した。加えて空間分布の解析の結果から今は通り過ぎているということがわかった。

18JPSB

18JPSB-01 どこでも発電

～圧電素子を用いた全天候型発電装置の開発を目指して～

岡山県立倉敷天城高等学校 代表者：杉本優友

共同発表者：大山航、中村はな、粟木原正和、藤原仁志

本研究では、圧電素子を用いた全天候での発電方法の開発を見据えて、雨粒での発電量測定と雨樋を用いた発電装置の開発実験を行った。雨粒を用いた実験は、高さ10mの位置から落下させた雨粒が圧電素子に接触した時の発電量を、雨粒の半径を変えて測定した。その結果、発電量は雨粒の半径の4乗に比例することが分かった。また、雨粒によってある程度の発電量を得ることができると分かった。

雨樋を用いた実験では、紙コップ・ペットボトル・圧電素子を組み合わせた発電装置を作り、雨樋を伝って落ちてくる水を一か所に集約させるように試みた。実験は、流す水の量を各3秒で行った。その結果、雨量と発電量には比例関係は認められず、圧電素子には発電に適した周波数が存在するのではないかと考えた。発電量減少の正確な原因と、発電量の減少率について、また、波形の正体について今後調査していく。また、連続して実験すると、発電量が減少していった。さらに、発電計測時に、素子の発電には無関係な規則的な波形がオシロスコープ上に発生することがあった。また、最終的には、降雪、風力エネルギーと組み合わせ全天候で発電する装置を開発し、工場や各家庭、災害時にも役立てたい。さらに、開発途上国などの、世界の諸地域へへの設置を目指したい。

18JPSB-02 チョコレートは電子レンジでなぜとける？

北海道札幌西高等学校 代表者：山岡龍太郎

共同発表者：佐竹夏実、堀内大地

水をほとんど含まないはずのチョコレートが電子レンジで温まり融けるメカニズムを解明することを目標に、電子レンジによる加熱実験に加えて、示差走査熱量分析と、複素誘電率測定を行い考察した。ブラックチョコレートやその成分であるカカオマス、カカオバター、そしてカカオ分の高いチョコレートに対して測定を行ったことで、電子レンジで加熱されるチョコレートの成分が、カカオバターに含まれるオレイン酸であることがわかった。

18JPSB-03 円形コイルおよびソレノイドを用いた電磁石に関する検討

国立有明工業高等専門学校 代表者：居石桃夜

高校の物理の教科書において円形コイルおよびソレノイドにおける磁界の強さの式が掲載されているが、実際にコイルやソレノイドを作成して磁界を測定すると、与えられた式の通りに従う場合と明らかに従わない場合があることが判明した。そこでコイルの芯にする材質や長さ、銅線の巻き数などを変えて実験を行い、それぞれの特徴を調べた。その結果、磁界の大きさは、コイルの巻き数やソレノイドの長さによって、コイルの式に従う場合とソレノイドの式に従う場合の2つのパターンがあること、すなわち、似たような形状でも直径が大きくて長さが短い場合はコイルの式に、直径が小さくて長さが長い場合はソレノイドの式に従う傾向があることが分かった。コイルの式は巻き数に比例し、半径に反比例していること、ソレノイドの式は単位長さあたりの巻き数(巻き数の密度)に比例し、半径に依存しないことに由来していると考えられる。

また、教科書で与えられている磁界の式はコイルの場合もソレノイドの場合も、長さを無限大にした大胆な近似式であるため、本研究では専門書に掲載されているアンペールの法則から長さが有限の場合のより実践的な式を導出し、実験結果と比較・発表する予定である。今後は、コイルやソレノイドの磁界の大きさの分布の測定、コイルやソレノイドの特性を利用してより強力な電磁石を作成することやマイクロコンピュータ [Arduino] を用いて電流を制御しながら同時に磁界の大きさの制御を行うことを予定している。

18JPSB-04 酸化物高温超伝導体の短時間合成

岡山県立玉野高等学校 代表者：鴨生大樹

共同発表者：藤井智浩、柏谷啓太、川合泰知、野田智也、平林歩輝、星島大輝

私たちは、材料を乳鉢で混ぜ、電気炉で焼成するだけの簡易な方法でできるイットリウム系酸化物高温超伝導体の合成過程に強く興味を引かれた。そして、その過程について研究してみたいと思い、従来であれば約2日かかる合成時間、特に電気炉での焼成時間をどれだけ短縮できるかを調べてみたいと思い、この研究を行った。この研究によって3時間程度の焼成時間で合成が可能であることが、液体窒素温度でのピン止めなどの現象を確認することで分かった。さらに2時間程度での合成が可能であれば、研究成果発表の場として、私たちが地域に向けて開催する、約2～3時間の小中学生対象科学実験教室において、最先端科学分野の題材として酸化物高温超伝導体を扱えるようになったりすると考える。

18JPSB-05 微小重力を利用して液体を容器に入れずに磁化率を測定する(第2報)

大阪府立春日丘高等学校 定時制の課程 代表者：戸田拓邦

共同発表者：中村圭太

2012年、小型の微小重力装置を製作しJr.セッションで発表した。この装置は、わずか0.5秒の短い時間であるが、落下カプセルを二重にすることで質のよい微小重力環境を提供できる。

2014年には、永久磁石レベルの磁場を用いて固体の反磁性磁化率を10E-7(emu/g)オーダーで測定できる装置を製作し発表した。

2015年、この二つのシステムを組み合わせると、「液体の磁化率を容器にいれることなく測定できるのではないかと」考え、測定できる方法を模索した。ネオジム磁石を向き合わせた磁気回路を用い、磁極間に「超撥水」加工の板を置いた。この板の上に水滴をおく。微小重力下で水滴が浮上すると同時に、水滴には磁場勾配力が働き、加速度運動をすることが期待される。この運動を解析することで、水の磁化率を求めることが可能となる。磁気回路を工夫し試行錯誤の結果、水滴を浮上、運動させることができた。その運動を解析した結果、水の磁化率の測定値は $-6.36 \times 10E-7(emu/g)$ となり文献値($-7.20 \times 10E-7(emu/g)$)に近い値であった。(2016年Jr.セッションで発表)

2016年、今回はさらに磁気回路を考え、一度はあきらめていた、水滴の運動方向を上向きにすることを実施した。その結果、水滴は浮上し、運動することができた。また、運動方向を上向きにすることで、磁場の最適位置へ液体を配置できるようになった。今回はこの実験結果について報告する。

18JPSB-06 使用済み紙おむつによる発電を目指して

宮城県仙台第三高等学校 代表者：杉浦匠

紙おむつに含まれる高吸水性ポリマーに着目し、燃料電池としての利用さらには紙おむつを用いての発電を目指した。高吸水性ポリマーを用い、各条件を変え効率の良い発電方法を調べた。得た結果より、実用化を目指し、圧電素子を用いての実験や、実際の紙おむつを用いての実験や、蓄電池としての応用を目指した実験などを行った。尿素3.0%水溶液を用いての実験や紙おむつに含まれるポリマーを用いた実験の結果から、実際の使用済み紙おむつで発電ができることが示唆された。実現すれば日本でも年間210億枚のおむつを資源として利用できポリマーごみを減らすことで環境問題への貢献も考えられる。例として紙おむつの分別回収を行い地下に収容し、道路に床発電を設置することで街灯の電力源としての利用や震災など大きな災害時にも太陽光発電と組み合わせ非常用設備としての利用等が期待できる。

18JPSB-07 電磁誘導による落下速度の制御(第2報)

～金属パイプ内を落下するネオジム磁石球の速度～

私立札幌日本大学高等学校 代表者：横山貴紀

共同発表者：加藤愛梨

アルミニウムや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。金属パイプ中を落下する磁石としてはネオジム磁石球を用い、その落下速度を詳しく調べ、その制御方法を開発することを本研究の目的とした。前報告に引き続き金属の種類、パイプの管厚、磁石球につけたおもりの質量、磁石球のN-S極の方向と落下方向のなす角度、及びスリット入り銅パイプ(管厚4mm)と落下速度との関係を調べた。落下速度はパイプの外壁に貼った磁気ビュアシートにより磁石球の運動を可視化することにより測定した。この方法で求めた落下速度は前報告の測定方法で求めた速度と一致した。測定値から導出した実験式から、落下速度は質量に比例し、抵抗率に反比例することがわかった。これは、理論式から予想される結果と一致した。一方、落下速度は管厚の0.6乗に反比例し、理論式からの予想とは異なる結果になった。これは、磁石球と内壁の間の隙間、管厚が完全に一定でないことが原因であると考えた。磁石球のN-S極方向を鉛直にして落下させると、落下速度は水平にして落下させたときの0.7倍になった。スリットを入れることによって落下速度は増加した。これららの結果は金属パイプに誘導される渦電流の大きさが関係していると推測した。今後、磁石球と管壁の隙間が落下速度に及ぼす影響、及び壁面に生じる渦電流の大きさの評価方法について検討する。

18JPSB-08 ネオジム磁石と反磁性体間に働く斥力(第1報)

私立札幌日本大学高等学校 代表者：弥勒院朱香

共同発表者：三戸柚香

本研究は、磁石と反磁性体の間に働く斥力を測定することを目的とした。反磁性による斥力は非常に小さいものであるが、強力な磁気力を持つネオジム磁石の登場によって、磁石と反磁性体間に働く斥力の測定が可能になった。反磁性体には、銅、グラファイト及び水などがある。本実験では、磁石として角型ネオジム磁石(25mm×30mm×5mm)、反磁性体として銅板(50mm×50mm、厚さ:1mm、3mm、4mm)及び熱分解黒鉛(PG:50mm×50mm×5mm)を用いた。斥力は自作の磁気力測定装置($1 \times 10^{-6}N$ まで測定可能)を用い、磁石と反磁性体間の距離は手動Zステージ(0.01mm単位で調節可能)を用いて斥力と距離の関係を調べた。本研究で作製した装置で、0.01mm間隔で $1 \times 10^{-5}N$ の微弱な斥力の測定が可能であることが判明した。厚さが1mmの銅板については、斥力が及ぶ距離が小さく、斥力-中心間距離(y-x)曲線の正確な近似式を求めることができなかった。銅板の場合、厚さが3mmから4mmになると、急激に斥力及び斥力の及ぶ範囲が増加した。厚さが3mm、4mmの銅板及びPGでは、y-x曲線の近似式が $y=ax^b$ (a,bは正の数)で表せることがわかった。角型ネオジム磁石/銅板及び角型ネオジム磁石/PGのy-x曲線の近似式はともに、xの値が増加するにつれて、bの値が増加する傾向を示した。今後は、銅板とPGの反磁性体としての性質の違いを明らかにするため、同じ厚さについて斥力-中心間距離曲線の測定を行い、曲線の形をさらに詳しく解析する。

18JPSB-09 NaCl溶液-Cu電極濃淡電池での起電力発生原因

岡山県立倉敷天城高等学校 代表者：丸山静香

共同発表者：大野さくら、小西悠斗、篠原俊輔、齋悠己

濃淡電池とは正極負極ともに同じ電極、電解質を用い正極側と負極側の電解質水溶液の濃度のみを変えた電池である。本研究では電極をCuに固定し、電解質水溶液の種類を変え(NaCl aq, KCl aq, Na₂SO₄ aq, K₂SO₄ aq, ZnCl₂ aq, ZnSO₄ aq)で、実験を行った。文献によると、電極の金属と同様の陽イオンの入った電解質水溶液を用いた濃淡電池が一般的で、この場合の起電力発生原理は解明されている。本研究のCu電極とNaCl aqを用いた場合ではイオン化傾向から考えても反応は起こらない。しかし、大野の以前の研究によって $\ominus Cu|NaCl aq dil||NaCl aq conc|Cu \oplus$ 電池の起電力の発生が確認された。また、この場合では、起電力発生の正負が逆になり通常の濃淡電池の起電力発生原理とは大きく異なる。そこで本研究では起電力発生原理の解明を目的に実験を行った。イオンの移動速度影響、電極表面に由来する電極表面の化合物による影響、イオンの安定性、水溶液中の溶存酸素に着目して実験を行った。結果として、水溶液中の溶存酸素が起電力発生の主な要因であるが、それだけで発生する起電力より大きな起電力が発生しているためほかにもさまざまな原因が関係していると分かった。

18JPSB-10 “副実像”の写像公式化の研究

～捉えた！ゴーストの出現位置～

熊本県立宇土中学校・宇土高等学校 代表者：柳田悠太朗

共同発表者：小山結実、前田裕成、宮城あすか、堂上結衣、成松紀佳、小佐井彰花

1つの凸レンズに、本来の実像とは異なる2つの“副実像”が出現することは文献に掲載されておらず、専門家ですら見落としていたことがわかった。これまでの先輩らの先行研究で、特注の片面コーティングレンズを用いて、レンズ前方の副実像は1回の内部反射、後方は2回の内部反射によって結像することがわかった。我々は、副実像の特徴の一つ、光源が光軸付近から外れても、レンズ面への入射角が臨界角を越えなければ出現するという現象に大変興味を持ち、さらに継続して調べることにした。本研究では、写真に映るゴースト現象を含めた“副実像”の出現位置を特定するため、両凸レンズ・平凸レンズにおける副実像の出現位置の公式化について考察を行った。実験値と比較して検証する必要があることから、教科書に掲載されているレンズの写像公式を厚肉モデルで、それに倣って副実像の出現位置の数式化を行うことにした。公式化にはシステム行列による光線追跡の方法を用いたが、数式化自体は手計算でしか導出できない。そのため、専門書を片手に計算する日々が続き、結果的に、多数の項からなる 2×2 行列の乗法を手計算で求め、副実像の出現位置6パターン全てを導出することができた。これにより、副実像の位置を決める公式全てを導出でき、副実像が起因するゴーストの出現位置も特定できることがわかった。また、この公式から副実像に対応する焦点として“副焦点”も定義できることから、副実像と併せて光学現象に新たな概念を導き出した。

18JPSB-11 水よりお湯が早く凍るわけがない？ ～ムペンバ効果の真偽を検証する～

北海道札幌北高等学校 代表者：吉野おおい

共同発表者：岩村颯真, 大山真之介, 岡田もも, 栗林夏鈴, 今みなみ, 清水雅矢

私たちは、お湯の方が水よりも早く凍る「ムペンバ効果」という現象に興味をもち、研究を始めた。以降、お湯が水より早く凍ることを「逆転凍結」と呼ぶ。先行研究では、蒸発を防ぎ、水温を一定に保てる環境で100℃の水道水と25℃以下の蒸留水を凍らせる実験や、上方からのみ液体を冷やせる環境で行う実験など様々であった。また「凍る」の定義も、全体凍結とするものや、過冷却後とするものなどがあった。これを踏まえ私たちは、上方からのみの冷却や蒸発を防ぐなどの自然界では起こりえない特殊な環境ではなく、より自然に近い状態で実験を行うことにした。冷やし方は、発泡スチロールの容器の中にそれぞれ100gのお湯と水が入ったビーカーを入れ、周りを水と食塩水（以下ビーカーの周りの液体を以降冷却水と呼ぶ）で満たして冷やした。また、「凍る」とは目視で一部でも液体が固体に変化したと確認できたときとした。今回確認できたのは、冷却水の温度、湿度、使用する水が水道水なのか純水なのかに注目し、検証した。その結果、冷却水の温度は-2～-3℃、湿度は40%未満のとき逆転凍結が実現しやすいことが分かった。また、使用する水は純水の方がより逆転凍結の実現率が高いこともわかった。しかし試行回数が少ないので今後試行回数を増やし、より詳しく研究していきたいと考えている。

18JPSB-12 音の速さ比べ

私立順天中学校 代表者：森川瑠水

まず、空気の中で音の進む速さを調べた。物を叩いて音を出し、壁に反射させた音をマイクで拾って時間を測った。そして、空気中と水中での音の進む速さに違いがあるのかどうかという事も調べた。ここで、二度以上音が壁に跳ね返ってくる信号も見つけた。特に、鉄やアルミなどの短い棒の場合には何度も反射して行くことを見つけた。だから、隣り合った音のピークを調べれば棒の往復にかかった時間を調べることができる。このようにして、いろいろな材質の中を走る音の速さを調べて、一覧表にした。固そうな物の中では音が速そうだ。さらに高い音、低い音の速さも調べた。音の高い方が低い方に比べて少し速かった。しかしもっと音の高い超音波の速さは普通の音とあまり変わらない。いろいろなものを伝える音の速さを調べた。

1. まず、空気の中で音の進む速さを調べた。331.4m/sec
2. 向かいの16号棟を使って長い距離でも音はちゃんと跳ね返ってくるのか調べた。音の速さは、352.9m/sec
3. 空気中と水中での音の進む速さに違いがあるのかどうかという事も調べた。水中での速さは419.0m/sec
4. さらに高い音、低い音の速さも調べた。音の高い方が低い方に比べて少し速かった。1Hzあたり0.005m/sだけ音の速さが速くなる。
5. しかしもっと音の高い超音波の速さは普通の音とあまり変わらない。超音波の速さは349.1m/secであり、4には当てはまらない。
6. いろいろな材質の中を走る音の速さを調べて、一覧表(表1)にした。音の速さの違い順に、鉄、アルミ、ステンレス、レンガ、ガラス、水、空気になった。固そうな物の中では音が速そうだ。

18JPSB-13 欠陥のある二次元格子と回折像

埼玉県立不動岡高等学校 代表者：由元美風

夜間、コンビニや飲食店の前に立っているノボリの裏側から車のヘッドライトを透かして見ると、二次元の回折像が見える。この現象に興味を持ち調べることにした。まず、格子に光が通らないところ(欠陥)があると回折像が変化することがわかった。そこで、欠陥のある二次元回折格子を製作し、その二次元回折格子と回折像の関係を明らかにすることを目的とし実験を行った。その結果、現れた回折像は基本格子による像と、欠陥による像の重ね合わせであることが分かった。さらに回折像を解析することで回折格子の欠陥のパターンを特定できることがわかった。

18JPSB-14 熱音響冷却装置の製作と冷却原理の考察

岡山県立倉敷天城高等学校 代表者：柳井脩希

共同発表者：岡田悠汰, 多賀将大, 内田莉香, 瀧上愛理

ステンレス製のパイプを束にして作ったスタックをアクリル製のパイプに挿入し、これに音波を入射させたところ、アクリルパイプ内のスタックの両端の空気の温度が下がることが確認できた。この原理として、音波の振動により、スタックとアクリルパイプ内の空気の間で熱交換が生じ、温度が低下していくというモデル(仮説)を考案した。

18JPSB-15

超音波による無線送電の研究

東京都立戸山高等学校 代表者：遠藤浩明

共同発表者：坂田勇斗

本研究では、超音波を使用した無線送電のエネルギー効率について実験を行った。超音波スピーカーを2つ用いて実験をしたところ、離れた距離でのエネルギー効率が著しく低下することが分かった。これは超音波の拡散が原因だと考えられるので、パラボラに超音波を反射させるようにしたところ、エネルギー効率は最大で約400倍になった。

さらに、異なる形状のパラボラで実験を行なったところ、焦点距離34mm,51mm,60mmのうち焦点距離が大きいものほど効率が高くなった。エネルギー効率は最大のものも最低のものでも約2.5倍になった。

焦点距離が短い超音波がパラボラで反射するまでの拡散が少なくなり、中央部に集中する。中央にはスピーカーがあるため中央に集中した超音波はスピーカーによって遮られてしまい、その分だけエネルギー効率が低くなるのが原因と考えられる。

このことから、パラボラの形状によってエネルギー効率に違いが出るということがわかったが、詳しい関係性まではわかっていない。今後、エネルギー効率が最大になるようなパラボラの形状を見つけたい。

18JPSB-16 蛇腹ホース内の音速の遅れの研究

愛知県立一宮高等学校 代表者：澤征都

共同発表者：柳田提也

蛇腹ホースの中を通る音の速さは、通常の大気中を伝わる音速より遅くなるのが分かっていますが、その理由はまだ解明されていません。その理由を明らかにしたいと思い、私たちは研究を始めました。

本研究では、さまざまな周波数の音を発生させ、蛇腹ホースの両端での音の位相のずれを用いて音速を測定し、音速の遅れが周波数に依存するかどうかを確かめました。また、蛇腹ホースがない状態でも同様の実験を行いました。その結果、蛇腹ホースの中では実際に音速が遅れていることが確かめられました。また、周波数によって音速の遅れ方が変化することも分かりました。

18JPSB-17 糸電話の共鳴振動数と糸を伝わる音速について

石川県立小松高等学校 代表者：新滝慶太郎

共同発表者：八木俊輝, 永原拓弥

本研究では、糸電話の音の伝達性を2台の騒音計を用いて測定し、その結果について考察を行った。一定振動数の音を出して糸電話の発信側と受信側における音圧レベルを測定したところ、音が著しく良く伝わる特定の振動数(共鳴振動数)が、複数個存在していることが明らかになった。実験の結果、これらの共鳴振動数の値は、最も小さい共鳴振動数の整数倍であり、糸の長さや張力によって変化することがわかった。このことから私たちは、糸電話の共鳴振動数は、両端が固定された弦の共鳴振動数と同じ形の数式 $f_n=v/2L \cdot n$ (v :糸を伝わる音速、 L :糸の長さ、 n :整数)で表されると考えた。この考えに基づいて、糸の張力が1.0～8.0Nの範囲で、糸を伝わる音速を求めたところ、約789.9～1590m/sとなった。コンピュータのオシロスコープ機能を用いて糸を伝わる音速を直接測定したところ、2つの値はほぼ一致した。糸電話には特に音をよく伝える共鳴振動数が複数個存在する。糸電話の共鳴振動数は弦の共鳴振動数と同じ方法で計算できる。

18JPSB-18 弦の振動が一方向の回転を引き起こすわけ

私立市川高等学校 代表者：齋藤恵里香

ただの弦の振動が一方向の回転を引き起こす現象についておもしろい重さ・スピーカーと滑車の間の糸の長さを変位とし、それぞれ実験を行った。滑車が一回転する時間を測定することで求めた滑車の回転速度と弦の振動数のグラフから規則性があることに気がついた。また正弦波と滑車を押す力がそれぞれ時間によって規則的に変化しており、この同時に起こる2つの変化のずれが滑車の回転を引き起こす原因と考えられた。

18JPSB-19 扇風機に声を当てたときの聞こえ方の変化についての研究

国立仙台高等専門学校名取キャンパス 代表者：阿部彩加

共同発表者：川端日和, 吉田梨那

「扇風機に声を当てたとき、震えているように聞こえる」この現象は多くの人が体験したことがあると思う。なぜこのようなことが起こるのか、どのような物理的証明ができるのかを、今回研究してみた。本研究では、回転する扇風機の羽を反射板に見立て、声を当てたときの音の波形の変化を観察し、声が震えて聞こえるメカニズムについて考察した。自分の声を「入射波」、羽にぶつかり跳ね返った音を「反射波」とすると、2つの音の合成による「うなり」のようなものが生じていると考え、理論式をたてその回数を比較してみた。このとき実験をして計測された結果と、理論式によってたされた答えはほぼ一致した。しかし、はっきりと「うなりである」と言い切れる実験のグラフではなかったため、予備実験としては「入射波」を音叉の音にして再度実験した。すると計測結果は、理論式の答えとかなり近い値となった。人の声には多数の周波数成分が含まれているため、正確な結果を得ることができなかったが、音叉での実験では「うなり」である可能性が大きい。

18JPSB-20 温度と霜の発生の相関性 ～それに対する液体酸素の影響～

私立西南学院中学校高等学校 代表者：鬼塚俊佑

共同発表者：吉永龍平, 牛尼策造, 和田憲俊

本校では、市民向け科学実験会に力をいれている。主に液体窒素を用いた低温実験を中心に液体酸素やドライアイスの生成と観察、超伝導レールの実験などを楽しんでいただいているが、予備実験などを通じて容器の素材による霜の付き方におもしろい現象を見つけた。液体窒素を容器に注いで温度を急激に低下させた際、金属製の容器では、霜が表面に観測されない。

この現象を探求するため、超低温度まで測定可能な温度センサーとカメラを用いて様々な条件で観察した。複数の仮説を立て、それに応じて様々な条件を変えて実験を行った結果、空気中の気体の割合がその要因であることが分かった。

18JPSB-21 シャボン玉は割れる直前になぜ紫色を呈さないのか

愛知県立一宮高等学校 代表者：位田麻衣

共同発表者：菊入有紗

シャボン膜の色は赤、黄、緑、青などを繰り返した後、必ず、紫色、黄金色、白色、無色を呈して割れる。光の干渉式から、膜が薄くなるにつれて、膜の色が可視光線の波長の長い赤色から、波長の短い青色へと変化していくことは理解できるが、その後、黄金色、白色、無色を呈するというのは不思議な現象である。私たちは実際にシャボン膜の色を観察できることから反射光の分光分析が可能であると考えて、分光測定のための装置製作や、光源のスペクトル形状の影響を除き、シャボン膜の割れるまでのスペクトルの変化と膜厚の変化を調べた。その後、光の干渉の条件式からシャボン膜のスペクトルの理論値を求め、実測値との比較を行った。その結果、理論値と実測値がよく一致したので、シャボン膜の色の変化はすべて光の干渉により説明できるということが分かった。特に、無色の直前の色の変化について、最後に青色や紫色を呈さない理由としては、青色や紫色を呈する70nm～100nmあたりの膜厚が安定でなく、存在しないために、黄金色、白色、無色を呈して割れるということが分かった。また、理論的シミュレーションによるスペクトルと実測によるスペクトルを比較することにより、約50nm～1300nmまでの膜厚測定が可能となった。

18JPSB-22 摩擦ルミネッセンス現象に関する研究

愛知県立岡崎高等学校 代表者：伊藤万由子
共同発表者：井澤俊弥, 尾崎嶋大, 木村龍太郎, 穂満理生

本研究では、摩擦ルミネッセンス現象の一つである、ガムテープを剥がした際の発光のメカニズムの解明を目的として実験を行った。そして、得られた結果から全体を通して考察を行った。

先行研究から、布テープの発光要因には粘着物質の発光と大気中の窒素の励起光が挙げられることがわかっていった。そこで、気体分子を除いた環境、つまり真空中で実験しようと考えた。電気回路を用いて遠隔操作で布テープを引き剥がす装置を設計・自作したことで真空中での実験が可能になった。実験の結果、発光を視認できたことから、粘着物質自身の可視光領域における発光が確かめられた。また、目視不可な波長の発光にも着目し、X線フィルムを用いたX線感光を行った。

さらに、引き剥がし方と発光の関係を調べるために、布テープの幅を変えて、引き剥がすのに必要な力や発光強度の違いを調べた。太さに比例して力が必要になったため、引き剥がしには圧力が関わっているとわかった。また、複数の種類のテープについて、引き剥がした直後に帯電しているかどうかを調べたところ、帯電も関わっているとわかった。圧力・帯電というキーワードから、圧電効果が発光の大本であると考察した。

それぞれの結果から得られた考察をまとめ、「圧電効果により粘着物質自身が発する可視光と、圧電効果により発生した高エネルギーの電磁波による気体分子の励起光の合成波が、発光として視認できる」という結論が得られた。

18JPSB-23 浮遊する物体が表面張力によって動く原理 第3報

北海道札幌北高等学校 代表者：能戸湧太
共同発表者：鈴木凜太郎, 鎌谷豪太

水槽に発泡スチロールを浮かべて、水面に洗剤を加えると発泡スチロールが水面上を移動する。この原因は、洗剤に含まれる界面活性剤のはたらきによって、発泡スチロールの前後の表面張力に差が生じ、表面張力が小さい方から大きい方へ力Fがはたらいたためであると考察した。表面張力の差が大きくなるほど、Fは大きくなる。そこで、加える洗剤溶液の濃度によって、Fがどのように変化するか実験した。その結果、濃度が大きいほど、Fは濃度50%までは大きくなり、濃度50%以下では小さくなった。

水面に洗剤を加えると発泡スチロールは、ある大きさの初速度で動き出すように見える。しかし、静止していた物体に力がはたらくと速さ0から終端速度VFに達するまで、非常に短いが、加速時間が存在するはずである。発泡スチロールについての力のつり合いを考えると、観測する初速度V→0は発泡スチロールを動かす力Fに比例するという仮説を立てた。発泡スチロールが動き始めてからの時間Δtは非常に短いため、終端速度VFを初速度として観測していると考えた。そこで、x-tグラフにおける0.1～1.0秒の時の点を通る直線の傾きを初速度V0と定義し、各濃度におけるV0を求めた。その結果、濃度が大きいほど、V0は濃度50%までは大きく、濃度50%以上では小さくなった。この結果は、洗剤溶液の濃度と表面張力の実験の結果と一致した。このことから、発泡スチロールは表面張力の差で生じる力によって動くといえる。

18JPSB-24 微小重力下での濡れ性による水の挙動

兵庫県立加古川東高等学校 代表者：玉田麗
共同発表者：頃安祐輔, 荒谷健太, 高井みく, 藤原圭梧

国際宇宙ステーション (ISS) のような微小重力下における水の挙動について、ISSで水を含んだ雑巾を絞ると、手や雑巾の周りに水がまとわりついて離れないという動画 (<https://www.youtube.com/watch?v=KFPvdNbf0Y>) を見た。この現象は、重力が限りなく0に近づくことで固体が液体を引き付ける性質である「濡れ性」が大きく作用するが顕著に表れるためであると考察される。このように、微小重力下では水を扱うことが困難である。同様に、一般的な駒込ビペットは、ISS内で使用することができないことを知った。そこで本研究ではビペット内部の水の挙動である濡れ性の大きな管内流に注目し、校内で微小重力実験を行い、微小重力下では、濡れ性によって水がどのように振る舞うかを検証した。実験では仮説通り水は微小重力下で地上と異なる挙動をし、重力下で静止していた水が微小重力下では、濡れ性の大きな管内では水が這い上がっていく様子のみられた。改良を重ねて残留重力が小さく、微小重力環境を安定させることのできた新型実験装置では水は正比例に近い値で上昇した。ニュートンの運動方程式で計算しても水は時間に正比例したので、実験の正当性が検証された。

また、実験の考察から、濡れ性の大きな面と小さな面の境界では水は静止することが予想されることから、これを利用したISSでも使用可能な「宇宙ビペット」を提案する。

18JPSB-25 マッチ棒ロケットはなぜ飛ぶのか ～エネルギーからみた発射の原理～

兵庫県立宍塚北高等学校 代表者：飯田陽
共同発表者：吉川直文

マッチ棒とアルミホイルとクリップを材料としてつくるロケットをマッチ棒ロケットという。水ロケットや燃料ロケットの実験は中学校や高等学校でよく行われているが、このマッチ棒ロケットはそれらに比べてマイナーであり行われていない。そのため、発射の仕組みはあまり知られていない。そこで、本研究ではマッチ棒ロケットの発射の仕組みを明らかにすることを目指した。マッチ棒ロケット発射の実験を行い、飛ばす前後の質量やその速さを測定した。マッチ棒の火薬部分には塩素酸カリウムが含まれている。マッチ棒ロケット発射の際には、火薬部を加熱することで塩素酸カリウムから発生する酸素を使って、マッチ棒の木を燃焼させ熱を発生させる。この熱が燃焼時に生成する気体を膨張させて、勢いよく噴出することによって飛んでいると考えた。この発射の物理モデルからロケットが噴出する気体の速さを求めた。さらに、エネルギーの移り変わりを考察した。

18JPSB-26 紙リングの落下運動～美しく回転させる条件～

岡山県立倉敷天城中学校 代表者：岡住乃

本研究では、短冊状の紙を輪にした紙リングの落下の規則性を見つけることを目的とした。短冊の長さ（紙リングの直径）、落とす高さは一固定し、入力変数を紙の幅としたときの、回転数と落下開始位置から落下地点までの水平距離・方向（角度）を測定した。その結果、紙リングの幅と回転数や落下開始位置からの距離と方向（角度）に一定の規則性が見いだされた。

18JPSB-27 120個 - 長大ガウス加速器の射出速度の減衰率測定

国立名古屋大学教育学部附属高等学校 代表者：伊藤平

ガウス加速器において、磁気的な位置エネルギーが運動エネルギーに変換され、鉄球が射出される。ガウス加速器に関する過去の研究において、連結する鉄球の数が増えるにつれて非弾性衝突の影響が大きくなることが明らかにされている。そこで、射出速度は連結球の個数を用いた指数関数で記述できるという仮説を立て、連結球を従来のガウス加速器実験をはるかに上回る120個まで増やして実験した。

本研究では、射出速度を速度センサを用いずに測定する方法を新たに開発・採用した。従来の方法では2つのゲート式センサを用いて速度を測定していたが、ゲート間で減速した場合には誤差が大きくなってしまふ。そこで、射出球の運動を定規と共に240コマ毎秒で撮影してコマ送りする方法を考案した。この方法の正確さを検証するため、まず、鉄球の運動エネルギーを「振り子」を用いて位置エネルギーに変換して速度を求めた。次に、鉄球を机の端から自由落下させ、水平移動の距離から速度を求めた。その結果、画像解析から求めた射出速度は、後者の値と99.5%まで一致し、正確さが確認された。実験の結果、射出速度が連結球の個数に対する指数関数で記述されることがわかり、仮説が実証された。また、射出球の速度が鉄球1個あたり0.303%減衰することがわかった。この減衰率を用いて計算すると、例えば進入速度が10cm/sの場合、1742個の連結で射出速度と等しくなるので、この個数が「加速器」として働く限界であることが示された。

18JPSB-28 逆立ちゴマの仕組み

国立津山工業高等専門学校 代表者：小川電世
共同発表者：石村凌我, 川村凌, 佐久間勇汰

逆立ち独楽が反転する仕組みに興味を持ちこの現象を調べた。内部に重りとして粘土を入れた球形のガシャボンカプセルの回転運動を高速カメラで撮影し、反転する過程を詳細に観察して、回転軸変化の仕組みを考察した。滑り摩擦が回転軸の変化を引き起こす逆立ち独楽のモデルを立てた。このモデルに従い、滑り摩擦がない状態（エネルギー損失のない定常回転）を仮定して、回転運動を解析した。その結果、軸まわりの慣性モーメントI₁とこれに直交した軸まわりの慣性モーメントI₂の比、および重心の中心からのずれdと球の半径rの比がI₁/I₂ < 1+d/rの関係を満たすとき逆立ちすることが分かった。

18JPSB-29 ホール素子を用いた自転車の力学的探究

愛媛県立小松高等学校 代表者：藤原矢雲
共同発表者：日野仁貴, 矢野貴大, 岩井優奈

本研究では、ホール素子を磁場センサーとして用いることで、自転車の車輪の回転速度・加速度・力のモーメントとギア比の関係などについての探究実験を行った。パソコン計測システム「Dr.DAQ」を用いてホール電圧を測定することで、高速でも非常に精度よく回転速度を測定することができた。この時測定された速度から、ギア比との関係や、仕事の原理について考察することができ、自転車の機構には多くの物理的な要素が詰まっていることを確認するとともに、高校物理で扱う力学についての理解を深めることができた。

18JPSB-30 2次元配列振り子の共振現象に関する研究

福岡県立香住丘高等学校 代表者：楠木捷斗
共同発表者：寺岡陸社, 森山聖, 上津原真真

1次元に配列された振り子の共振は高校物理の教科書にも記載されている現象であるが、実際に観察すると複雑な現象に見えるが、規則性もあり物理現象として興味深い。我々を含め多くの者が一致する振り子を2次元に配列したとき、どのような共振が起こるか疑問を持った。本研究では、最初に、1次元に配列された振り子の共振現象を記録・解析した。「錘の動き」、「結び目の動き」に着目して振動の位相を数値データ化し、その変化を関数で再現することに成功した。次に、2次元に配列された振り子の共振現象の数値データ化を行った。正三角形や正方形に配列された振り子の共振を比較すると、配列の対称性の相違によって異なる規則性で共振することが確認できた。

18JPSB-31 ケイ酸ナトリウムを用いたゲルの反発係数の測定

宮城県仙台二華高等学校 代表者：高橋祐希

ケイ酸ナトリウムはNa₂OとSiO₂のモル比によってその性質が異なることから、エタノールと混合してできるゲルの性質も異なると予想した。また、ゲルの緩衝作用がモル比によって変われば広範囲で使用できる緩衝材になると考えた。Na₂OとSiO₂のモル比が異なるケイ酸ナトリウムでゲルを作り、その上にスーパーボールを落とすことで反発係数を測定した。測定した反発係数よりNa₂OとSiO₂のモル比によってエタノールと混合してできるゲルの緩衝作用が異なることが確認できた。木の床と気泡緩衝材と測定値を比較し、Na₂SiO₃とNa₂SiO₅のゲルの反発係数が床に落とした時と比較して半分以下になっているため緩衝材として利用できると考えた。

18JPSB-32 発泡スチロール板の滑空距離の研究 ～射出角度、重心、形状に注目して～

岡山県立岡山一宮高等学校 代表者：國次美奈子
共同発表者：朝日君佳, 小山柚菜, 原拓大, 川邊陸央

休み時間に物理の先生が、正方形の発泡スチロール板に重りをつけて、それを滑空させて見せてくれた。その物体は空中を滑るように進みながらゆっくり降りていった。私たちはその時に滑空に魅力を感じ、長い距離を滑空させる条件を見つける実験をすることに決めた。今回は厚さ一定の長方形の板を使用し、滑空距離をのばすための条件を見つける実験を行った。実験①と②では、発泡スチロール板を放射させる装置を使って実験した。この装置は一定の力で板を放射させることができ、射出角度を変えることができる。実験では0.7mの高さから放射装置で板を飛ばし板の先端が床に着くまでの距離を測った。実験①では25cm×25cmの発泡スチロール板を使用した。重心4.36cm～8.36cm 射出角度0°～18°の範囲で二つの条件を組み合わせることで実験したところ、重心7.19cmで射出角度が9°のときに最長飛距離である3.38mとなった。

実験②では面積が同じで縦横比の異なる6種類の板を使用した。射出角度は0°で、それぞれの板で重心の位置の変化による滑空距離の変化について調べた結果、最長飛距離となる重心の位置は、長方形の縦の長さに対する重心の位置の比がすべて0.29～0.35の範囲にあることが分かった。

実験③では重心の位置の条件について検証する風洞実験を行った。実験①で使ったのと同じ4種類の板を使用したところ、重心の位置8.16cmの板は姿勢が安定していなかったため、滑空に適さないことが分かった。また重心の位置7.19cmの板では、前方を上にして傾いた状態で安定しており、風を受ける面積が広がるため、滑空に適することが分かった。

18JPSB-33 楓の種の回転落下運動

国立津山工業高等専門学校 代表者：眞黒慶祐

共同発表者：飯田泰士，大山遥磨，清水佳弘，藤原千紘

楓の種が回転しながら落下する際に下向きに推進力がはたらく方向に回転しているのにもかかわらず落下速度が遅くなることに疑問をもった。回転翼を落下させて落下開始時点の回転数と滞空時間との関係を選定した。回転数、翼のひねり角度によって、滞空時間が増減することが分かった。下向きに推進力がはたらく翼のひねりの場合、滞空時間が回転の無い場合に比べて長くなる回転数が存在することを実験的に確認した。さらに、ひねりの無い翼の場合、回転数が大きいほど滞空時間が長く、ある値に漸近することが確認できた。

18JPSB-34 静摩擦中に起こる物体接触面の変化の研究

岡山県立津山高等学校 代表者：山根大輝

共同発表者：辻遼太郎，中村洗斗，馬場敬大

摩擦は様々な要因を含んだ複雑な現象であるのに対し、普段使う公式は経験則である。そこで我々はそれらの要因を含んだ摩擦の解明を最終目標とした。今回は、物体の接触面の変化が静摩擦の要因になるのではないかと考え研究を行った。まず静摩擦中の真実接触面積の増減を調べるため、電気抵抗が断面積に反比例することを利用して実験を行った。次に、物体に加える力の増加度と静止摩擦係数の関係を調べ、同じ実験を柔らかさの違う物体を用いて行い比較した。実験から、物体に力を加えると真実接触面積が増加し、物体が動き出す前に真実接触面積が減少すること、力の増加度が大きいと静止摩擦係数が小さくなり、物体が柔らかいとその傾向が強くなることがわかった。また、物体にある程度力を加えた後、新たに力を加えなくても時間の経過により物体が動くことがあった。これらの結果から、物体に力を加えると凝着している物体のアスペリティが変形し、その後真実接触面積の小さいアスペリティから凝着が切れ、それに使われていた力が他の凝着を切るのに使われ物体が動くと考えた。力は凝着を切ることと変形に使われるので、力の増加度が大きいほど変形が速い付かず凝着を切るのに使われ、固い物体は元々変形しづらく凝着を切るのに使われる力の割合が大きいと考えた。これらのことから静摩擦は物体接触面の変化に関係し、物体の柔らかさと力の増加度に依存することがわかった。

18JPSB-35 ニュートンビーズの発生要因とその螺旋運動に関する考察

私立本郷中学校・高等学校 代表者：白居幸希

共同発表者：岡野修平，渡邉太郎，岡慎一郎

お風呂の排水溝の蓋などに利用されているボールチェーンを容器の中に入れ端を持ち落下させると、弧を描き落下する。この現象をニュートンビーズという。以前までの実験で、ニュートンビーズが発生しているのと同時にボールチェーンの螺旋が発生しているということがわかった。そこでニュートンビーズの発生要因を調べるとともに、ボールチェーンの螺旋運動を調べたことを実験の目的とした。

ボールチェーンは2つに折り曲げようとするとき曲げた先に角度制限のある輪が発生する。そこで、この輪が発生しない傾向を用意してニュートンビーズ・螺旋が発生するかどうかを調べた。その結果、容器に入れずに落下させるとボールチェーン・鎖のいずれでもニュートンビーズ・螺旋が発生することがわかった。

実験を重ねていく中で我々は次の結論に達した。ボールチェーンと鎖のいずれにおいてもニュートンビーズ・螺旋の発生は確認できるが、ボールチェーンの方が上昇距離は大きい。その理由は、ボールチェーンで発生した螺旋は角度制限の輪により形が保たれやすいためである。また、鎖とボールチェーンに共通する力はチェーンに向きの異なる力が働くことによって発生する上向きの力と働いているチェーンが他のチェーンに当たることによる反作用である。

18JPSB-36 球体／レール間の様々な摩擦係数（第2報）

私立札幌日本大学高等学校 代表者：三科陽大

共同発表者：松井春輝

本研究は、プラスチックレール上に鋼球が動き始めるときの静止摩擦係数、球体が回転せずにすべっているときのすべり摩擦係数、及び球体が回転運動をしているときの転がり抵抗係数の測定法を確立することを主な目的とした。また、鋼球の直径を8mmから20mmまで大幅に変えて、転がり抵抗係数の測定を行った。測定値のパラツキを小さくするため本実験では、2個の鋼球を接触させテープで固定してレール上に置き、完全に回転しないようにして静止摩擦係数及びすべり摩擦係数を測定した。転がり抵抗係数については、斜面の角度を1°～8°とできる限り小さくして測定した。その結果、静止摩擦係数のパラツキは±0.03、すべり摩擦係数のパラツキは±0.01まで小さくすることができ、斜面の角度を1°～2°まで小さくすると転がり抵抗係数がパラツキが殆ど認められなくなった。すべり摩擦係数は、直径8mm～12mmの鋼球に関しては、静止摩擦係数よりも小さな値を示した。これらの結果から、本報告の測定法による前報告の測定法よりも改善されたと考えられる。静止摩擦係数及びすべり摩擦係数のパラツキは、レール表面の微小な凹凸が原因であると推測した。転がり抵抗係数は、鋼球の直径とともに小さくなる傾向がみられた。今後は、レール表面の凹凸の影響を明らかにするため、レールの材質（金属、セラミックス、ゴム）を変えて静止摩擦係数、すべり摩擦係数及び転がり抵抗係数を測定する。

18JPSB-37 打撃によって形成されるケイ砂層の表面模様について（続報）

奈良県立青翔高等学校 代表者：吉田享平

共同発表者：谷川奈穂，谷本逸聖

平成26年度に、私たちの先輩が、タッパーケースに敷きつめたケイ砂にケースの底から打撃を与えたとき、ケイ砂層の表面に小さな砂山群が形成され、ヒョウ柄のような模様が瞬時的に現れることを偶然発見し、この模様がなぜ形成されるのかについて研究を始めた。平成27年度には、ケースの底の定常波により砂の移動や循環が起きていることがわかり、同心円の模様の形成のしくみを説明した。しかし、小さな山の模様がなぜできるか説明できなかった。平成28年度になり、私たちは、砂が押し上げられることにより、ケイ砂の間に空気の流れができることを実験で確かめることができ、この空気の流れが、小さな山の模様を形成すると考えるに至った。

18JPSB-38 組み立て式模型飛行機における主翼を切り取る割合とその飛行性能

私立明星高等学校 代表者：川崎海

現在、日本国内だけでも折り紙式や組立て式の飛行機が多く開発されている。私の知る限り、その多くは飛距離が長いこと、また、飛行時間が長いことに重点をおいている。特に、組立て式飛行機については、二宮康明先生が様々な研究を施し、滞空時間の長く性能の良いものを作り上げてきた。飛行機の性能を良くする（滞空時間を長くする）ためには、消空性能が良いことと機体が傾いても正しい姿勢に戻るような安定性が良いことが必要だと述べている。

私は小さいころから組立て式飛行機には、機体そのものを上へ推し進める力、すなわち、揚力が重要だと考えてきた。さらに、どのような機体の形状で揚力が大きくなるのかを調べたいと思い、さまざまな実験を進めてきた。様々な条件を一度に調べることは難しいので、今回の実験では主翼の前方形部分を切り取る割合を変えた機体を9種類用意し、その揚力の大きさを比較した。その結果、切り取る割合の大きい機体ほど揚力が大きいことが示された。

当初、揚力の大きい機体ほど飛距離も伸びるだろうと信じて疑わなかった。しかし、今回の実験を分析すると、当初の私の予想に反し、揚力を大きくすることが飛距離を延ばす直接の要因となり得ないことが分かった。確かに揚力が大きくなればなるほど飛行機が上方向へと向かうための力は大きくなるが、最高点に達したとき、急に機体が傾きすぎてその高度を維持する力を保たなかったのだ。

研究結果を受けて私が最も伝えたいのは以下の2点である。

1. 主翼の前方形部分を切り取る割合が大きいほど揚力が大きくなる。
2. 揚力が大きくても飛距離は伸びないが、これらには密接な関係がある。

18JPSB-39 フクロウの羽を応用した風車の研究

兵庫県立加古川東高等学校 代表者：秋定知宙

共同発表者：井原大志，大西歩武，釜江祥史，山田竜也

本研究では、フクロウの羽をモチーフにした新たな小型風車の羽をデザインし、その効果について研究を行った。フクロウの羽の先にはセレーションと呼ばれる多数の切れ込みがあり、これには騒音を減らす効果がある。この構造を取り入れた風車の羽を2種類作り、通常の風車の羽と比較した。

はじめに、作成した羽を風車に取り付け、風速を変えながら発電量の測定を行った。その結果、風速が小さければフクロウの羽は発電量を上昇させる効果があるが、風速が大きければほとんど効果はないことが分かった。

そこでなぜ発電量が上がったのかを知るために、線香の煙を使い羽周りの風の流れを可視化する実験を行った。その結果、フクロウの羽は風をスムーズに後方に流し、発電量を減少させる「風の剥離」を抑える効果があることが分かった。2つの実験より、フクロウの羽は風速が小さければ、剥離を抑え、発電量を増加させることができる。しかし風速が大きいときは剥離を抑えることで、発電量が上がらなくなると考えられる。したがって、フクロウの羽を応用した風車は、風速の大きくないところでは通常の風車よりも効率の良い発電が期待できる。

18JPSB-40 風力発電機の性能向上に関する研究

ーディンプル付き風レンズの開発ー

福岡県立香住丘高等学校 代表者：長嶋秀斗

共同発表者：谷原空，樋口聖弥，坂本晋

本研究では、風力発電機の性能向上を研究の目的とした。風力発電機は、「風レンズ」(九州大学応用物理学研究所開発)を取付けて風を集めることによって発電率が向上することが研究されている。また、ゴルフボールは、表面に「ディンプル」と呼ばれる「くぼみ」を付けると空気抵抗が低減し、飛距離が1.5倍に伸びることが知られている。我々は、これらの異なる技術を融合した「ディンプル付き風レンズ」を考案した。検証実験では、多数の穴を空けた「ディンプルシート」を、「風レンズ」の内壁に貼り付けて「ディンプル付き風レンズ」の模型を製作し、風力発電装置に取り付けて風洞装置内で発電量の測定を行った。その結果、条件を満たせば「風レンズ」のみの場合と比較して1.2～1.5倍の発電量が確認され、その有効性を検証することに成功した。また、風レンズの内壁付近での空気の流れを可視化し、「ディンプル」の効果を確認するとともに、最適な「ディンプル」のサイズを特定するために、直径と深さの関係について検証実験を行い、実用化するための基礎データを収集した。我々が研究・開発した「ディンプル付き風レンズ」は、「風レンズ」と「ディンプル」の相乗効果を引き出すもので、風力発電装置の効率向上が期待できる。

18JPSB-41 ブラジルナッツ効果の発生条件について

岡山県立津山高等学校 代表者：林田佳子

共同発表者：花田彩笑，森谷夏帆

私達の身の回りにはさまざまな現象が存在する。その中の1つにブラジルナッツ効果というものがある。ブラジルナッツ効果とは粉粒体において大きいものと小さいものと同じ容器に入れて振動を与えると、大きいものが小さいものの上に出てくる現象のことである。昨年、本校の先輩方がブラジルナッツ効果のメカニズムについての研究をしており、その研究発表を聞いたときに、ブラジルナッツ効果というものに興味を持ち、ブラジルナッツ効果についての研究を行おうと思った。

その際、私達はブラジルナッツ効果の発生条件に着目し、研究を開始した。そこで、私達は振動数と振幅の2つを変数として設定し、その2つとブラジルナッツ効果の発生条件について実験、考察を行った。そこで私達は3種類の実験を行い考察を行った。

18JPSB-42 粘性流体のとぐろの特性

茨城県立竹園高等学校 代表者：田中翔真

共同発表者：大和田蒼馬，小出寛，菅野魁斗，若原寛太郎

はちみつが落下時にとぐろを巻くことは一般的に知られている。誰しも、はちみつないしシャンプー等で一度は目にしたことがあるのではないだろうか。しかし今のところ、この原理については未解決であり、公前で説明できるものはないだろう。様々な研究者がいろいろな方法で解明を試みてきたが、我々とはとぐろの特性を様々な視点から調べることで解明しようと考えた。そこでとぐろの半径や回転速度に着目すると、垂らす高さが高くなるほどとぐろの半径は小さくなり、とぐろの回転速度は速くなるという結果を得ることができた。また粘度が大きいほどその傾向は強くなるということが分かった。また実験を繰り返していく中で、とぐろの回転の向きが一定ではないことに気づいた。そこで上記の実験の経験から、流体の太さに着目して実験を行うと、流体のとぐろの巻き始めの部分が細いと回転は反時計回りに、また太いと回転は時計回りになる傾向があることが分かった。これをスローモーションを用いてその巻く軌跡を解析してみると、反時計回り、時計回りの両パターンそれぞれに落下してから着地する際に固有な巻き方があることも確認された。これらを定量的に示すことについては考え中である。

18JPSB-43 ファンプロペラの効率アップ ー風を変えるシンプルな表面加工ー

私立南山高等学校男子部 代表者：田淵宏太郎

ゴルフボールの小さな凹みが空気の流れを変化させていることに興味を持ち、その効果をファンプロペラに応用できないかと考えて研究を始めた。

今年度は、120枚の模型用プロペラに加工を施し、風速を計測して効率を算出した。高い効率を示したプロペラについては、最適な加工サイズや加工場所、加工面などを見極め、効率が上がる理由を可視化実験によって明らかにした。加工サイズや加工状態に誤差が生じることを考慮し、再現実験も行った。最後に効率が良い加工を市販のコンピュータファンに適用してその効果を実証した。

もっとも効率が上がった加工では、ベースファンに比べて特定領域で32%、広い領域で26%の効率向上を実現した。また、レイノルズ数によって効率を上げる加工方法が異なることも明らかになった。

ファンプロペラの効率を上げる研究は、新たな形状のプロペラを設計することを主流に行われているが、本研究では形状を変えることなく、シンプルな表面加工だけで効率向上を可能にした。研究結果は、ファンプロペラを使用した様々な工業製品に応用できると考えている。

18JPSB-44 蠟燭振動のメカニズムの解明 第3報

私立本郷中学校・高等学校 代表者：榎本宗一郎

共同発表者：牛島裕斗, 丸地孝征, 東郷斗夢

炎のついた蠟燭を2本近づけると、その炎が上下に振動するという現象が見られる。この現象を「蠟燭振動」という。我々本郷学園科学部では過去数年間にわたって、この蠟燭振動のメカニズムについて研究してきた。昨年までの研究では、蠟燭振動のメカニズムについて、「上昇気流によって炎が引き伸ばされ、上昇気流の発生している炎上部は周りと比べ気圧が低くなるため、周りから空気が流れ込んで炎が引きちぎられ、元の大きさに戻る」というように考察した。しかし、蠟燭振動を観察している過程で炎が引きちぎられずに縮む場合が見られた。そこで今回は、炎が引きちぎられずに縮む要因について2つの仮説を立て、調べた。その結果、炎の周りに発生する渦が関係しているということがわかった。

18JPSB-45

地球は青いのか？!

群馬県立前橋女子高等学校 代表者：高草木寧緒

共同発表者：中野里美, 中島志保, 福田紫都

月の太陽に照らされている部分（以下、太陽照とする）と地球に照らされている部分（以下、地球照とする）の色の比較を3通りの方法で分析したところ、地球照は赤、緑に比べて青の成分の割合が高く、地球照は太陽照より青いことが確認された。しかし、地球照が青いことと地球が青いことは同一とは言えないという指摘を受け、地球照の光が私たちの目に届くまでの経路を見直し、地球が青いことを追究することを目指した。地球照と同じ高度の太陽と満月、大気の通過量の異なる太陽を撮影し、分析したところ、地球は青いと結論付けるに至った。

18JPSB-46 自然放射線（ γ 線）の連続400回測定と ポアソン分布の数理的再現実験

国立香川高等専門学校高松キャンパス 代表者：三宮憲伸

共同発表者：小林千真, 大木悠吾

自然放射線（ γ 線）量の簡易測定とポアソン分布の数理実験との対照研究を行った。家庭用放射線測定器（商品名エアカウンター、エステー株式会社）を25個用意し、16回、つまり連続400回に及ぶ空気中の放射線量測定を発表者の自宅やモニタリングスポットのある香川県環境保健研究センターなどで行った。

体重測定では体重計でたった1度の測定で十分だが、放射線量の測定値のばらつきは非常に大きく、測定値強度の度数分布がポアソン分布と非常に似ていた。

そこで、稀な現象である放射線の強度分布がポアソン分布であることを示すために、身近な物品（15mmに切った針金入りビニールを7000本、遊戯銃用の球形（BB）弾を3600個、爪楊枝を1000本）をそれぞれ用意し、稀な状況を再現する3種類の数理実験を行った。具体的にはそれぞれ、総数の5%の色を変えておき、独立事象として、およそ決められた本（個）数を400回抽出して、色のついた本（個）数の度数分布がポアソン分布であることを概ね確かめた。

これは分布の概形と標準偏差から判断したが、検定結果を当日に報告する予定である。さらに、天然鉱物（モナサイト）を用いて放射線量の高い状況を測定すると、度数分布は正規分布への移行が見られた。一般的にポアソン分布の平均値が高くなると、ポアソン分布は正規分布に移行するので、自然放射線の線量分布はポアソン分布であると結論付けることができる。

18JPSB-47 正四面体地球

愛知県立明和高等学校 代表者：竹内希

共同発表者：樋口晋大, 松下紗也輝

本研究は、現在我々が住んでいる地球の形状を正四面体に変えたとき、どのような現象が起こるかについて考察したものである。

本研究の目的は、歪な形をした天体で起こる自然現象を球形の天体で起こるそれと比較し、その差異について理解を深めることである。研究対象の天体として、環境が最もよく知られている地球を選択し、形状として、球とは対照的に面の数が最も少ない正多面体である正四面体を選択した。

これまで、我々は「傾きと高さ」「南中高度」「日照時間」「受け取る太陽エネルギー」について研究してきた。今回は加えて「空の色」の考察を行った。今回は、「傾きと高さ」と「空の色」の研究結果を報告する。

「傾きと高さ」では正四面体地球の内接球の中心に向かって重力が作用すると仮定した。面に対して垂直に立っていないことにより生じる面の傾きとその坂の高さが、面上を縦断する間に大きく変化することが計算できた。

「空の色」では、まず大気と海洋を設置した。さらに、人の居住できる1気圧のある地点における空の色の日変化を求めた。太陽光線が大気を通過する距離を計算し、各波長の光の透過率から空の色を考察し、球形地球と比較した。我々が体感するものとの違いを知ることができた。

18JPSB-48 エコカイロの形状と適温持続時間の関係について

国立名古屋大学教育学部附属中・高等学校 代表者：宮崎実彩

共同発表者：秋田軋社, 角岡泰紀, 大橋怜, 窪田ヒカル

我々は、「エコカイロ」について研究を行っている。エコカイロとは近年市販されている懐炉の一種類であり、最大の特徴は繰り返し使える点である。この内容物の原料は酢酸ナトリウム三水和物と水で、酢酸ナトリウム三水和物が過冷却状態から凝固する際に発生する凝固熱を熱源としている。この懐炉は適温（=40℃以上）持続時間が非常に短いという問題点があったため、私たちは昨年度からこの点の解決方法を研究してきた。昨年度は、内容物の配合比とエコカイロの形状に注目して研究を行った。配合比では、酢酸ナトリウム三水和物とチオ硫酸ナトリウム五水和物を用いた内容物で適温持続時間が約4倍（市販品比）となる配合比を発見した。またエコカイロの形状では、体積・表面積が適温持続時間に関係があることが分かった。今年度はエコカイロの形状に注目点を絞り、適温持続時間との詳しい関係性を明らかにすることを目的に研究を進めた。

今年度は、昨年度の研究から得た反省から様々な実験条件を改善した。特に実験で用いた検体は、昨年用いた市販品の内容物ではばらつきがあり実験に向かなかったことから、市販品を再現して自作したものをを用いた。実験では、試験管に入れた内容物の、様々な体積・表面積での適温持続時間を計測した。その結果、適温持続時間は内容物の体積と表面積の比によって決まり、表面積に対する体積の割合が大きくなると長くなる事が分かった。この結果から、適温持続時間が最も長くなる形状を考察した結果、球体が最も優れているという仮説を立てた。今後は実際に球形のエコカイロを作り、その能力を試していきたいと考えている。

18JPSB-49 重力レンズと等価な光学レンズの作成

愛知県立明和高等学校^A, 国立名古屋大学教育学部附属高等学校^B

代表者：山内一輝^A

共同発表者：加藤萌^A, 水谷雄志^B, 石井大智^A

本研究では、アインシュタインの一般相対性理論により予言された、天体の作る重力場によって光線が曲げられ、レンズのような働きをする重力レンズについて、視覚的に理解することができる、それと同じ曲がり方をする等価な光学レンズを作成、その精度、性能を検証するための特別な機器を使わない方法を考案し実験を行った。

光学レンズは星による重力レンズと等価なものや銀河による重力レンズと等価ものの2種類を考えた。一般相対性理論により導かれた光線の曲がり方（以下 $\Delta\theta$ と呼称）の式を用いてそれぞれの光学レンズの形を求め、塩ビ板で型を作り、そこに樹脂を流し込み、固めて、作成した。レンズに垂直にレーザー光をあてて $\Delta\theta$ と、実際の重力レンズでの天体と光線の距離にあたる、レンズの中心と光線の距離の関係を調べた。実験により、 $\Delta\theta$ を図形的に考えて求めることができるので、一般相対性理論により導かれた $\Delta\theta$ の式も用いることで、作成した光学レンズを実際の重量レンズ天体に結び付けることができたので、その結果を報告する。

18JPSB-50 弓道における左手のはたらき及び姿勢の影響

私立早稲田大学高等学院 代表者：富岡祐介

本研究では、弓道における発射の瞬間の左手の回転に姿勢のブレを計測し、熟練度と比較することで現れる傾向から、左手のはたらきと姿勢の安定性についての研究を行った。計測は、左手手の甲及び背中の頸椎後部に加速度計を取り付けて行い、人による発射の瞬間の動作の違いが数値として現れるデータを得ることが出来た。このデータと、今回熟練度の指標とした実験を行った月の的中率及び矢の速度を比較すると、左手の回転の速さと熟練度には相関があることが分かった。一方で、頸椎後部の加速度と熟練度では、相関がみられなかった。また、熟練者が行っている左手の回転が、弓道の教えや力学的理論とも一致することが確かめられた。これらのことから、今回の研究では弓道における左手のはたらきの実態と、その重要性を示すことが出来た。

Jr. セッション委員会委員（任期：2016年4月1日～2017年3月31日）

委員長	香取浩子（東京農工大工）	飯沼昌隆（広大先端物質科学）
委員	青井 考（阪大核物理セ）	北本俊二（立教大理）
	河内明子（東海大理）	佐藤 実（東海大清水教養教育 / 理）
	佐藤 仁（広大放射光セ）	鈴木 亨（筑波大附属高）
	白井正文（東北大通研）	高須昌子（東葉大生命科学）
	須藤彰三（東北大理）	田中忠芳（金沢工大基礎教育）
	橘 孝博（早大高等学院）	種村雅子（大阪教育大教育）
	谷口和成（京都教育大教育）	寺内正己（東北大多元研）
	田村裕和（東北大理）	永江知文（京大理）
	土井正晶（東北学院大工）	並木雅俊（高千穂大人間科学）
	中村 琢（岐阜大教育）	藤井康裕（立命館大理工）
	福田善之（宮城教育大教育）	前田恵一（早大理工）
	藤田佳孝（阪大核物理セ）	松多健策（阪大理）
	松川 宏（青学大理工）	八木隆志（東海大理）
	松山豊樹（奈良教育大理数教育研セ）	渡辺純二（阪大生命機能）
	吉澤雅幸（東北大理）	

なお、審査は次の手順で、次の本会関係者により厳正に行っています。

第1次審査：（応募講演の評価）

領域代表者、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

第2次審査：（講演発表者の決定）

Jr. セッション委員会委員

第3次審査：（講演会当日：各賞の決定）

理事、教育関係委員会委員、領域関係者、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