

日本物理学会 第11回 Jr. セッション プログラム

日時：2015年3月22日(日) 9:00～17:00

会場：早稲田大学早稲田キャンパス 国際会議場 井深大記念ホールおよび会議室

井深大記念ホール(458席)：口頭発表、高校生向け講演、講評、物理教育功労賞授賞式、表彰式、写真撮影

*口頭発表 10件(1件15分：講演時間10分、質疑応答5分)

*ポスター発表 67件(展示講演時間120分)

3F会議室：ポスター発表

プログラム：

総司会：河内明子

9:00～ 開会宣言(河内明子)

9:05～11:05 22aJPS(ポスター発表 67件)

担当：中村 琢、飯沼昌隆、北本俊二

22aJPS-1 愛知県立岡崎高等学校
22aJPS-2 ノートルダム清心学園清心女子高等学校
22aJPS-3 大阪府立春日丘高等学校 定時制の課程
22aJPS-4 岡山県立倉敷天城中学校
22aJPS-5 国立広島大学附属高等学校
22aJPS-6 岡山県立津山高等学校
22aJPS-7 国立有明工業高等専門学校
22aJPS-8 私立市川高等学校
22aJPS-9 奈良県立青翔高等学校
22aJPS-10 茨城県立水戸第二高等学校
22aJPS-11 福井県立若狭高等学校
22aJPS-12 兵庫県立加古川東高等学校
22aJPS-13 私立東海大学付属高輪台高等学校
22aJPS-14 岡山県立津山高等学校
22aJPS-15 秋田県立本荘高等学校
22aJPS-16 秋田県立本荘高等学校
22aJPS-17 私立市川高等学校
22aJPS-18 私立市川高等学校
22aJPS-19 愛知県立一宮高等学校
22aJPS-20 北海道立北海道札幌北高等学校 物理化学部共鳴班
22aJPS-21 早稲田大学本庄高等学院
22aJPS-22 奈良県立青翔高等学校
22aJPS-23 北海道立北海道札幌西高等学校
22aJPS-24 福岡県立小倉高等学校
22aJPS-26 私立福岡大学附属大濠高等学校
22aJPS-27 北海道立北海道札幌北高等学校物理化学部リング班
22aJPS-28 国立有明工業高等専門学校
22aJPS-29 私立市川高等学校
22aJPS-30 青森県立八戸高等学校
22aJPS-31 国立東京学芸大学附属国際中等教育学校
22aJPS-32 岡山県立笠岡高等学校
22aJPS-33 私立市川高等学校
22aJPS-34 北海道立北海道札幌西高等学校
22aJPS-35 私立東海大学付属高輪台高等学校
22aJPS-36 宮城県立仙台第三高等学校
22aJPS-37 東京都立戸山高等学校
22aJPS-38 私立広尾学園中学校・高等学校
22aJPS-39 私立早稲田中学校
22aJPS-40 福岡県立小倉高等学校
22aJPS-41 国立筑波大学附属高等学校
22aJPS-42 岡山県立倉敷天城中学校
22aJPS-43 群馬県立前橋女子高等学校
22aJPS-44 国立広島大学附属高等学校
22aJPS-45 国立広島大学附属高等学校
22aJPS-46 茨城県立水戸第二高等学校
22aJPS-47 私立市川高等学校
22aJPS-48 私立西南学院高等学校
22aJPS-49 兵庫県立西脇高等学校 地学部(マグラマ班)

22aJPS-50 宮城県立仙台第三高等学校
22aJPS-51 兵庫県立加古川東高等学校
22aJPS-52 北海道立北海道札幌西高等学校
22aJPS-53 兵庫県立西脇高等学校 地学部(都市環境班)

22aJPS-54 北海道立北海道札幌北高等学校物理化学部黒板班
22aJPS-55 国立名古屋大学教育学部附属高等学校
22aJPS-56 国立名古屋大学教育学部附属中・高等学校
22aJPS-57 兵庫県立尼崎小田高等学校
22aJPS-58 宮城県立仙台第三高等学校
22aJPS-59 茨城県立水戸第一高等学校
22aJPS-60 私立本郷中学校・高等学校
22aJPS-61 岡山県立倉敷天城中学校
22aJPS-62 私立本郷中学校・高等学校
22aJPS-63 愛知県立岡崎高等学校
22aJPS-64 東京都立戸山高等学校
22aJPS-65 私立市川高等学校
22aJPS-66 宮城県立仙台第三高等学校
22aJPS-67 国立有明工業高等専門学校
22aJPS-68 北海道立北海道札幌西高等学校

摩擦ルミネッセンスの研究
方位磁石による磁化曲線 振動磁場の影響
常磁性磁化率をはかる ～3力のつりあいと永久磁石を用いた常磁性磁化率の測定
食塩水の濃度差が電池の起電力を誘導する
慣性静電閉じ込め核融合の高効率化を目的とする陽極極構造の研究
炭素電池
超伝導現象におけるピン止め位置の研究と超伝導コースターの製作
磁力による影響で強磁性体が空中で安定するメカニズム
共鳴方式による無線電力供給技術について
オーロラ発生の研究
磁石の製作
水垢に水が移動する原因
Y系超伝導体の作製と特性を用いた研究
色素増感型太陽電池の性能と吸着物質の性質の関係
色素増感太陽電池の研究
陽極酸化皮膜の探求 その1
音の干渉
布が発する音の特殊性と音を発する条件
うなりの手法を用いた光速の測定
気柱共鳴装置と音源の怪しい関係～音源を共鳴管の中に入れると定常波はどう変化するのか～
Gifford McMahon サイクルによる冷凍機の製作
LED 発電について
糖類の混合比からみるテラヘルツ波の吸収スペクトルの違い
酸化熱に関する研究
ニュートンビーズの成因解析
リングキャッチャーを百発百中～原理の解明と成功率を高めることを目指して～
空気抵抗を考慮した空中衝突実験に関する研究および実演装置の製作
Sound of coin spinning
スーパーボールの運動解析
ハイスピードカメラを用いたバドミントンシャトル運動の観察
ゴム球の跳ね返り 第2報
粘土の鉄球による衝突痕の形状について
竜巻の渦の再現
超伝導体を用いた力学的エネルギー保存則の実験
イオンクラフトの推進力向上を目指して
エグッドロップ～卵に加わる力～
ハニカム構造の耐久性について
普通の中学生在が簡単にPKを決めるには
水平方向の反係数の定義の手法の確立に向けて
超準解析による contextual な隠れた変数理論の否定
円運動における画像の歪みの原因究明
点光源から放射状の筋が見えるのはなぜか
帯の効率に関する研究
3次元空間を充填する泡の立体構造
閉鎖系 Belousov-Zhabotinsky 反応の長時間挙動
ろうそくの振動周期と重力加速度の関係
ロウソクの等速度・加速度運動による炎の形状の変化
本校が立地する兵庫県中部～南部地域の基盤岩の形成過程
～兵庫県中部～南部に広く分布する流紋岩質凝灰岩に着目して～
宮城県内における空間放射線量について
粉体時計の実現及びメカニズムの追求～マクスウェルの悪魔と比較して～
糖の水溶液の温度変化について
兵庫県南部地震の最大余震(2013年4月13日)と加古川市南部の地盤の動き
～マンホール周囲の道路面の亀裂に着目した宅地造成基準直しの提言～
黒板の最適な消し方 ～教師の経験と勤を科学で検証～
霧箱と画像解析による宇宙線観測システムの製作
ミュー粒子の時間の遅れと地表に届く確率
より長時間飛ぶ垂直上昇機の開発
晴雨予報グラスを用いた大気圧の変化による天気予測
可溶性・不溶性プルシアンブルーの酸化体・還元体に関する研究
蠟燭振動のメカニズムの解明 第2報
空気中で起こる2つの軽い物体の奇妙な落下運動
二つ穴空気砲から出る渦輪について
ライトプレーンの研究
風車の性能とソリディティの関係
振動によるダイラタント流体の変化
空気砲の渦輪による応用利用について
身の周りにおける流体の粘度の計測
液体ヘリウム ～第二音波測定への道のり～

昼食 11:05～12:15

12:15 ~ 12:20 委員長挨拶 (松川宏 Jr. セッション委員会委員長)

12:20 ~ 15:15 22pJ (口頭発表 10 件)

座長：八木隆志 12:20 ~ 13:35

22pJ-1	富山県立富山中部高等学校	渦電流の値を求めた研究
22pJ-2	大阪府立春日丘高等学校 定時制の課程	反磁性磁化率をはかる：第 2 報 ~ 3 力のつりあいと永久磁石を用いた反磁性磁化率の測定～
22pJ-3	静岡県立清水東高等学校	屈折率勾配を持つ溶液の結像作用の研究
22pJ-4	東京都立小石川中等教育学校	生物模倣の小型風力発電機の製作
22pJ-5	北海道立北海道札幌北高等学校物理化学部円柱班	回転する円柱が落下するときの法則性 第 2 報

13:35 ~ 13:45 記念写真撮影 (参加者全員)

撮影担当：田中忠芳
(記念写真以外の各講演の撮影も担当)

休憩 13:45 ~ 14:00

座長：須藤彰三 14:00 ~ 15:15

22pJ-6	国立津山工業高等専門学校	皿まわしとフラフープの回転運動の解析
22pJ-7	横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校	ヤング率を考慮した弦の振動の有限要素解析
22pJ-8	福岡県立香住丘高等学校	水平軸回転飛行物体の形状と飛行性能に関する研究
22pJ-9	福岡県立小倉高等学校	「レオナルドの橋」を人が渡れるか
22pJ-10	愛知県立岡崎高等学校	粉粒体の層化及び分離に関する研究 (第 3 報)

休憩 15:15 ~ 15:30

15:30 ~ 16:15 高校生向け講演
「物理の眼と手で生物の仕組みを探る」

司会・座長：木下一彦

講師：石渡信一教授 (早稲田大学理工学術院)

休憩 16:15 ~ 16:30

16:30 ~ 17:00 物理教育功労賞授賞式
講評 松川宏 Jr. セッション委員会委員長
表彰式 兵頭俊夫日本物理学会会長

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
協賛：東京都教育委員会 神奈川県教育委員会 千葉県教育委員会 埼玉県教育委員会

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：jrsession15@gakkai-web.net
URL：http://www.gakkai-web.net/butsuri-jrsession/

ポスター発表（22aJPS）

22aJPS-1 摩擦ルミネッセンスの研究

愛知県立岡崎高等学校 代表者：澤田純弥
共同発表者：榊原和哉、中尾大我、森下琳加

地震の前後に地面が光るとい現象があり、これは摩擦ルミネッセンスという現象の一つである。ガムテープをはがしたときにも同様の反応が見られ、本研究では貼りあわせたガムテープをはがしたときの発光について研究している。

私たちは「ガムテープを引っ張ることにより粘着物質が伸びてエネルギーが高くなる。そしてガムテープを剥がすことにより粘着物質が切れて、蓄えられたエネルギーが光として放出される。」という仮説を立てた。

実験1ではガムテープに力を加えた時、加えない時の二つの条件で切断した時の発光の有無を調べたところ、力を加えたときののみ光ったので剥がす際も切断する際は発光には外部からの力が必要ということが分かった。

実験2では同じガムテープを繰り返し剥がしていくことで粘着力と発光強度の関係を調べた。ここでは粘着力が弱くなるにつれ発光強度が小さくなった。粘着物質に与えられるエネルギーの和が小さくなったため、発光強度が弱くなったと結論付けた。

実験3では、ガムテープの発光を分光した。2種類のガムテープを使って分光したところ、336nm、357nm、375nm、380nm、に共通のピークが見られた。また、片方だけでは390nm、399nmにもピークが見られた。誤差は±0.4nmである。

実験4では、分光光度計を用いてガムテープの吸収スペクトルを計測したところ、特定の波長の吸収がみられなかったので、ガムテープの発光は剥離によって分子構造が変化した新しいエネルギー単位によるものであると結論付けた。

22aJPS-2 方位磁石による磁化曲線 振動磁場の影響

ノートルダム清心学園清心女子高等学校 代表者：木口舞乃
共同発表者：金田彩花、藤森杏璃、山本菜乃

方位磁石は1個だと北を指すが、東西に2個以上並べると互いの影響を受け同じ方向を指すようになる。大阪市立科学館に斎藤吉彦先生の作られた「磁石のテーブル」というものがあ、テーブルを参考に円筒形コイルと2次元配列させた方位磁石で実験を行った。

先輩方は、円筒形コイル内に入れた振動磁場をかけたときの方位磁石の回転の向きを観察し、同じ向きに回転する方位磁石の数を数えた。その結果、大きな磁区は作り難く、原子の配列も磁区の大きさに影響しているということがわかった。

今年度、私たちは先輩方の実験結果を確認しているとき、この磁石の回転する向きは最初の方位磁石の並び方が影響しているのではないかと疑問に感じ実験を行った。また、この実験の様子は強磁性体が磁化する様子に似ていると、AIデバイスを頂き、磁化する様子の可視化モデルを作れないかと思いついたこの実験を始めた。

方位磁石20個を1列に並べ円筒形コイルに入れ、磁石に対して平行な磁場と垂直な振動し場を発生させる。平行な磁場の大きさを変化させていき向きが反転した磁石の割合と、コイルに流した電流の大きさをグラフにすると、強磁性体の磁化曲線と同じ形のグラフが得られた。コイルに入れる方位磁石の列を増やしても同じ結果になったことから、この実験で強磁性体が磁化する様子の可視化ができると考える。

22aJPS-3 常磁性磁化率を化する ～3力のつりあいと永久磁石を用いた常磁性磁化率の測定

大阪府立春日丘高等学校 定時制の課程 代表者：高田美櫻子
共同発表者：神野佑介

昨年度、試料にかかる磁力を重力と直交させることにより、永久磁石レベルの弱い磁場中で反磁性物質の磁化率を測定できる測定装置を製作し報告を行った。さらに、測定試料の範囲を広げ、常磁性物質についても磁化率を測定することを試みた。

昨年度に指摘された点を考慮し、装置全体を見直し、装置の改良を行った。位置の測定精度、試料の位置の保持について変更を行った。常磁性物質にはたらく磁力は、反磁性物質にはたらく磁力の向きと反転するので、新しい磁気回路を検討した。3力がつりあっていた位置からずれたときに、速やかに磁石から離れるようにネオジム磁石3枚重ねの磁気回路をつくり、さらにより小さいネオジム磁石を積み重ねて先端部をつくった。この先端部に試料を引き寄せ、つりあいの位置を保つようにした。

常磁性磁化率測定装置は、4種の試料中3種の試料の値は、ほぼ文献値/VMS測定値に近い値を得ることができた。測定値が文献値/VMS測定値からのずれの原因は、つりあいの位置から離れる位置でのB×dB/dxの値の誤差によるものと思われる。常磁性測定用の磁気回路は、磁場勾配の変化が急激で、その絶対値が小さい。さらに試料の厚さによる磁力の測定が磁化率に大きく影響している。さらに測定精度を上げるには、磁場強度が大きく測定に適した磁場勾配分布をもつ磁気回路を設計する必要がある。

22aJPS-4 食塩水の濃度差が電池の起電力を誘導する

岡山県立倉敷天城中学校 代表者：大野さくら

化学電池は一般に、正極、負極には異なる種類の金属を用いる。ダニエル電池の場合、(－)Zn|ZnSO₄ aq||CuSO₄ aq|Cu(＋)となる。ダニエル電池で同じ種類の金属電極、同じ電解質水溶液を用いた時、電圧は発生するのだろうか？この疑問から実験を始めた。

ダニエル電池と同様の装置を自作し、正極と負極に同じ金属（Al、Zn、Cu）を用い、電解質水溶液には、濃度の異なる食塩水（20%と20%、2%、0.2%、0.02%、0%の組合せ）を用いて、電極間に発生する電圧をマルチテスターで測定した。

結果、いずれの金属と、濃度の組み合わせの場合にも電圧が発生することが明らかとなった。また、食塩水の濃度差が大きくなると生じる電圧が大きくなること、生じる電圧の大きさが金属の種類によって決まること、高濃度側が負極となることを見出した。電解質水溶液の濃度比を $-\log[\text{薄い濃度}]/[\text{濃い濃度}]$ ととり、生じた電圧との関係をグラフ化したところ、どの金属の場合にも、原点を通る直線となった。さらに、炭素電極を用いた同様の実験を行ったところ、金属とは正負が逆になるとともに、グラフは、切片のある直線という結果が得られた。炭素電極では表面に酸素が吸着していて、燃料電池としてはたらいていないと考えられる。ここまでの研究をまとめ、文献調査を行い、ネルンストの式 $E = E^0 - RT/nF \log[X]_0/[X]_1$ を見つけた。本研究の結果は、ネルンストの式に近い形を示したので、妥当性があるデータと考えられる。以上のことから、食塩水濃差電池を作ることができた。しかし実用化には困難な点もあることが分かった。

22aJPS-5 慣性静電閉じ込め核融合の高効率化を目的とする陽陰極構造の研究

国立広島大学附属高等学校 代表者：吉川慧
共同発表者：岡田一和、門田健太

慣性静電閉じ込め（IEC）装置は、真空容器と陽極、透過率の高い球形、もしくは円筒形のメッシュ状陰極が構成されており、真空容器の中心に設置された陰極の中心にイオン及び電子を収束させ、電極間に高電圧を印加しグロー放電によってプラズマ化させる。生成されたイオンは印加した高電圧によって陰極に向かって加速され、その多くは陰極グリッドを通過し陰極中心部に収束する。作動ガスに重水素ガスを用い、十分な電圧（20kV以上）を印加すると加速されたイオンが衝突し核融合が起こる。一部のイオンは陰極に衝突し、二次電子を放出させる。このイオン、電子が陰極内部に電位分布（ポテンシャル構造）を形成し、その構造はイオンの収束に依存する。

本研究では、電極構造がポテンシャル構造に与える影響を調べ、イオンをより収束させることのできるIEC装置の考案を目的とする。陰極内部に形成される電位を偏光レーザー誘起蛍光（LIF）法によって測定し、そこから算出される電位分布を空間的に積分しポテンシャル構造を求める。今回は陽極、陰極間の距離や電極の面積など条件を変えてプラズマ発光を計測する。また通常、IEC装置は一对の電極を使用するが、3重陰極を3重にする事で静电レンズ機能を持たせ、イオンの収束率の大幅な増加を図る。予備実験の結果、真空チャンパーのリーク、ポンプの性能不足などの原因でIECプラズマ発生に必要な真空度（1Pa以下）が得られなかった。接続部分の改良、ポンプの変更を行うことでIECプラズマ発光を確認した。

22aJPS-6 炭素電池

岡山県立津山高等学校 代表者：安東映香
共同発表者：今田翔太、平野孝昌、森谷俊亮

炭素電池は、電極や活物質に金属を含まない、白炭と塩化アンモニウム水溶液を使用した電解コンデンサーである。自然環境への負荷が少なく、エネルギーや資源、廃棄物に関する問題の解決にもつながると期待される。しかし、電気特性など解明されていない部分も多い。そこで、炭素電池の性質を解明し、実用化に向けて性能を向上させるべく、端子間電圧、充電・放電特性、内部抵抗などのデータを集めた。

炭素電池は、白炭を両極として、塩化アンモニウムなどの電解質の水溶液に電流を流すと、陰極側の炭素に負電荷が、陽極側の炭素に正電荷が蓄えられる電解コンデンサーの一種である。このことは電解質を変えるなどの実験により確認された。

炭素電池は、端子間電圧が1.3～1.8V程度るとき、内部抵抗が1～2Ω程度、電気容量200～300Fである電気二重層コンデンサーのようにふるまい、電圧は徐々に低下し、内部抵抗は徐々に上昇することがわかった。また、電解質の濃度を変えて充電時・放電時に差が生まれるかを調査した結果、電解液の濃度が10～30%の範囲では、充電・放電共に大きな変化は見られなかった。

先輩から引き継いだ内容では、炭素電池を化学電池として扱っていたが、電圧が徐々に下がることや、電解質を変えた時の電気特性から、コンデンサーであることがわかった。また、炭素電池の電気的性質は、電解質の種類に大きく影響を受けていることがわかった。

22aJPS-7 超伝導現象におけるピン止め位置の研究と超伝導コースターの製作

国立有明工業高等専門学校 代表者：一柳翔馬
共同発表者：奥田晃央、森本和也

【背景と目的】

材料工学という授業の中で超伝導現象について興味を持ち、世の中でまだはっきりとは解明されていないピン止め位置と磁場の関係性について、自主的に研究し、模型を製作することにした。ピン止め位置は磁場の強度と関係し、最も強度の高い位置に超伝導体がピン止めされているものと仮定し、検証した。

【研究方法】

本研究は、まずネオジム磁石単体での磁束密度の分布測定を行い、次に磁石を複数並べて磁場密度を変えた場合での磁束密度の分布を測定した。そして配置した磁石の上に超伝導体置いてピン止め位置や浮上時間を測定した。超伝導材は、イットリウムを主成分とする金属化合物である第二種超伝導体を使用した。

【結果】

磁束密度の強度は、ネオジム磁石単体での場合、距離に対して指数関数的に低下し、磁石複数個の場合、基本的には単体の場合と同じように距離に対して指数関数的に低下していったが、磁場の重ね合わせにより、複雑な分布を示した。ピン止め位置は、ネオジム磁石による磁場配位によって変化し、また浮上時間は、磁場配位を変えても変化しなかった。

【まとめと今後の展望】

超伝導体のピン止め位置は磁束密度の強度に関係することが確認できた。今後は、複雑な磁場配位に対する磁束密度の分布とピン止め位置の関係についてより詳しい数値シミュレーションを交えて研究を行っていきたい。また将来的には、超伝導リニアモーターカーの技術に応用させることが期待できる。

22aJPS-8 磁力による影響で強磁性体が空中で安定するメカニズム

私立市川高等学校 代表者：玉谷日奈子
共同発表者：大槻真由、鈴木菜穂子

ある条件下で、近距離にある磁石の磁力に引き寄せられるはずの磁性体が、空間で独立して安定するという現象が見られる事を知り、その原理を解明するために研究を進めた。

①ドーナツ型磁石に、鉄球が20個程度入ったプラスチックケースを近づけたところ、磁石に引き寄せられて数段の鉄球の列でできた。磁石を動かすことで、2段目以降の鉄球が空間のある決まった点で安定した。ドーナツ型磁石の磁力の分布は、磁石との距離が近いほど磁力が強く、遠くなるほど磁力が弱い。よって、鉄球が空中に浮き安定することに、磁石から直接受ける磁力の強弱ではなく、磁化された鉄球同士が影響しあっていることが関連していると考えた。そこで、鉄球が磁石に引き寄せられる時の鉄球の回転の向きを調べた結果、磁化された鉄球は影響し合っていないと考えた。

②アルニコU磁石のN・S極間にミルソーを置き、その中にワッシャーを入れると、空間のある点で安定した。U磁石周囲の磁力の分布を調べると、ワッシャーが安定する位置は磁場配位最も強い部分であった。よって、実際は、磁力の強弱は関連している。事実として磁性体が磁力線を引きつける性質がある。①②より、強い磁力に磁性体であるワッシャーが強く引き寄せられ、その力が重力によりワッシャーが下へ向かおうとする力よりも大きくなり、また、ワッシャー自身が磁力線を引き込みさらに磁力が強まるために、ワッシャーはこの位置で安定するのではないかと、という結論に至った。

22aJPS-9 共鳴方式による無線電力供給技術について

奈良県立青翔高等学校 代表者：川村拓海
共同発表者：前川信也、國久亮、吉田健一朗

サイエンスキャンプに参加した生徒が、京都大学の先生から無線電力供給技術の実験キットを借りたことが、私たちの探究活動の始まりだった。このキットは、電磁誘導方式と共鳴方式の2通りの実験ができ、2つのコイルを送信側・受信側に分け、受信側に付けたLEDの点灯する明るさで電力供給を視覚的に判別する装置である。電磁誘導方式は、携帯電話の充電器にも利用され、その原理は教科書にも説明されており、また共鳴方式は電磁誘導方式の発展系で、LC回路を使うことで発生する磁界を強くして誘導電流を強くする方式だ。1年目は、共鳴方式でLEDの明るさの変化を調べ、2つの可変コンデンサの電気容量を送信側・受信側共に同じにすることで、誘導電流が強くなる結果を得た。但し、電気容量をある値まで大きくすると比例的に明るくなるが、それ以上の値では逆の結果となった。2年目は、同じ実験で送信側・受信側の電流・電圧を測定し電力量を計測して、実験データの数値化を図り、LEDの明るさと供給電力の関係を調べた。結果、供給電力が多いほどLEDがよく光ることがわかった。次に、装置に改良を加えず、外部からの作用・要因で電力供給を増やす実験を試みた。結果、コイルの中にアルミホイルの芯を入れたとき供給効率が少し良くなった。今後は、コイルの形を変える等、装置にも改良を加えて電力供給の改善する方法を探究したい。

22aJPS-10 オーロラ発生の研究

茨城県立水戸第二高等学校 代表者：水沼佑希
共同発表者：谷田部はやか

先輩方の研究に興味をもち、実験室でオーロラを作ってみたいと思い、研究を開始した。はじめに、オーロラとは高緯度地域の上空100km以上で発生する発光現象のことで、極の周りを囲むようにリング状に形成される。

なお、この実験では実験室内に設置した模擬地球（地球に見立てた球状の金属網）の極の周りにリング状のオーロラを再現する。次に実験方法は、実験器の底にアルミホイルをはさみ電極とし、プラズマを放出する媒体として剣山、フィラメントを用いて高電圧をかけ真空放電を行うという方法である。実験室内に設置した模擬地球の中に棒磁石を入れ、ネオジウム磁石ではさみ磁場を強め、北極と南極の磁場を形成した。

この実験により、アルミホイルを挟まないほうが真空度は下がりにくいこと、使用する媒体はフィラメントのほうが適していること、フィラメントは円状にしたほうが降り注ぐ放電が起こりやすいこと、フィラメントを大きくすると放電も広範囲に広がるようになった。そしてこの条件下で行った実験で磁石の両極の周りにリング状のオーロラを再現することに成功した。

今後の課題として、安定してオーロラを再現すること、オーロラの色を変化させること、アルミホイルを挟まないことにより閉回路が成立していないにも関わらず、放電が起こっているのを、それはなぜか検証することが挙げられる。

22aJPS-11 磁石の製作

福井県立若狹高等学校 代表者：嶋本峻伽
共同発表者：近江響

本校の課題研究では、発電技術や省エネルギー機器の開発をテーマに取り上げることが多いが、私たちは発電機で運動エネルギーを電気エネルギーに変換する過程で利用されている「磁石」そのものに注目し、自分たちで作ることに挑戦した。

行った実験は、2つ目は加熱によって既成品の磁石から磁化を取り除くこと、2つ目に鉄釘を磁化すること、3つ目には加熱時間や冷却条件によって残留する磁化がどう変わるのか調べること、最後4つ目に、コイルに流す電流の向きを工夫することで、N極とS極の配置が通常と異なる磁石の製作に挑戦した。

その結果、1つ目の実験で、パーナーによる加熱で磁化を消去できること、2つ目の実験で、鉄釘を磁化できること、3つ目の実験で、磁化の残りが冷却方法や加熱時間にほとんど依存していないことが分かった。また4つ目の実験では、両端が同極の磁石の製作に成功した。

今後は放射温度計を使って（入手して）加熱中の試料の温度を測定し、より正確な実験をしたい。また両端が同極の磁石の周囲につくられる磁場を、鉄粉を使って確認したい。当日はこれらの結果を合わせて報告する。

22aJPS-12 水垢に水が移動する原因

兵庫県立加古川東高等学校 代表者：阿江俊明
共同発表者：紙谷康平、中川潤哉、樞下賢代、屋敷智咲

筆者らは湯船の淵にある水を手で扱うと一度水は広がるが、その後水が元の形に移動することに気づいた。また流し台においてこの現象が観察された際、水は流し台上的水垢に沿って移動した。筆者らは水垢に水が移動する理由を明らかにすることを目的として研究を行った。文献調査から水は濡れ性が小さい面から大きい面に移動することが分かった。また水垢の成因にはカルシウムが大きく関わっており、さらに水垢が出来る際には二酸化炭素が消費されたことから、これらが反応してできた炭酸カルシウムが水垢の主成分であることが証明された。またこの炭酸カルシウムをアルミ面とろう面に均一に塗りつけ、そこに水を垂らし接触角を測定すると炭酸カルシウムを塗りつけない時よりも濡れ性は大きくなっていった。また文献調査により判明した水垢の成分の1つであるシリカについても同様の結果が得られた。このことから水垢の主成分の濡れ性が大きいことが水垢に水が移動する原因であると言える。筆者らは、さらに濡れの影響が顕著に表れる無重力下で、この研究で用いた炭酸カルシウムとシリカの濡れ性の大きさの確認実験を実施する。またこの実験によって、水を一定の形に保つ原因である炭酸カルシウムやシリカのような濡れ性の大きい物質が無重力下で水をコントロールすることのできる有用な素材にもなり得ることを証明し、これからの宇宙開発にも役立てることを目標としている。

22aJPS-13 Y系超伝導体の作製と特性を用いた研究

私立東海大学付属高輪台高等学校 代表者：小島寛航
共同発表者：松久保浩斗、篠田拓良、渡邊光、友成宏之

Y系超伝導体の作製、マイスナー効果の確認、教材開発に挑戦した。発砲スチロールで模型を作製し、その裏に超伝導体を貼り付け、ネオジウム磁石コースター上を浮上して走る教材を開発した。小学生対象の科学教室では非常に好評だった。しかし超伝導体が小さくて見づらい、浮上時間が短いという問題があり、超伝導体の大型化を試みた。本校では、直径1cm、質量1gのものしか作製できなかったが、他のSSH校の協力により、大型の超伝導体の作製が可能となった。その結果、直径3cm、質量10gのものが作製できた。直径は3倍、質量は10倍となったが、浮上時間は約7秒から約17秒と長くなった。更に、教材に使用する模型ではなんと約42秒も浮上した。

22aJPS-14 色素増感型太陽電池の性能と吸着物質の性質の関係

岡山県立津山高等学校 代表者：久永貞純
共同発表者：松尾優希奈

色素増感型太陽電池（以下 酸化チタン電池）は、光触媒としても知られている酸化チタンを電極として用いる太陽電池で、二酸化炭素などの廃棄物を生じない、構造がシンプルである、材料や製造プロセスが安価であるなどの理由から、近年注目されている太陽電池の一つである。

卒業生の先行研究に、色素を含んだ身の回りの様々な食品を用いて酸化チタン電池の発電量を調べたものがあったが、実際にどの成分が酸化チタン電池に影響を与えているのかまでは分からなかった。今回我々は、酸化チタンに吸着させる物質について、色素を含む天然の混合物にこだわらず、食品などに含まれる単一の成分に着目し、吸着物質の性質と、それが酸化チタン電池の性能に与える影響との関係を調査した。

電池は市販のキットを購入して自作した。酸化チタンをコーティングした導電性ガラスを色素などの水溶液に浸し、また対極として炭素をコーティングしたものを製作した。この二つを合わせ、ヨウ素液を間に染み込ませることで電池としての性能を示す。発電のための光源には白色蛍光灯を用いた。本研究においてこれまで酸化チタンに吸着させた物質のうち、還元性を有する有機酸であるアスコルビン酸および没食子酸については、それら自体には色がない物質であるにも関わらず、それらを吸着させた酸化チタンは黄褐色に変化し、色素増感型太陽電池としての性能も示すという興味深い結果が得られた。

22aJPS-15 色素増感太陽電池の研究

秋田県立本荘高等学校 代表者：佐藤純平
共同発表者：狩野真子、佐々木裕都、高橋久久、岡本哲

昨年度までの色素増感太陽電池の研究で、あまり酸化チタン膜に色がつかなかった電池から大きな電圧が測定された。そこで使用する色素の種類によって、色素増感太陽電池の性能がどう変化するのかをより詳しく調べた。色素には、赤、青、黄のアクリル絵の具、赤、青、黄の食用色素、市販のハーブティーのティーバッグを用い、また染色しない場合についても調べた。

まず、アクリル絵の具、食用色素のどちらを使った場合でも、黄、赤、青の順に大きい電流が得られた。これは、波長が短い光ほどエネルギーが大きいうことが関係していると考えられる。次に、人工色素であるアクリル絵の具、食用色素のどちらを使った場合でも、あまり酸化チタン膜に色がつかなかった。それに対し、天然色素であるハーブティーのティーバッグを用いた場合はしっかりと酸化チタン膜に色がついた。しかし、天然色素を用いてしっかりと色がついた電池より、人工色素を用いてあまり色がつかなかった電池の方が性能が良かった。これは、「色が濃くついた方が電池の性能が良くなる」とする昨年度の研究と矛盾する。また、人工色素を用いた電池と染色しなかった電池とは、見た目はどちらもほぼ同じだったが、染色を行った電池の方が性能が良かった。よって色がついてる方にも見えないくても染色を行った方が電池の性能は良くなると思われる。

この研究では対照実験を行う際に、比較する以外の条件を統一することが難しかったため、今後電池の作成方法を見直すことで結果の誤差をなくしていきたい。

22aJPS-16 陽極酸化皮膜の探求 その1

秋田県立本荘高等学校 代表者：阿部拓海
共同発表者：畠山遼、伊東京太郎、三浦良胤、平場颯汰、伊東秀磨

この研究は、アルマイトを着色した際の着色範囲の制御、アルミニウム以外に陽極酸化皮膜ができる金属の探求の2つを最終目的とし、今回はこれらを探求していく予備実験として、アルマイトを作成する際の電圧や、着色する際の着色料の種類と濃度の違いによってどのような違いがみられるのかということについて研究した。

電気分解をする際の電圧に関しては8Vから18Vまで2Vずつ6段階変化させた。その結果電圧が上がるにつれて電流の値も上昇し、作成時間は短くなっていった。着色に使用した色素による違いに関しては、赤色の食用色素を使用したものは濃度が上がるにつれて濃く着色されていったのに対し、黄色、緑色はどの濃度でも同じように着色され、緑色は黄色とほとんど同じ色をしていた。青色に関してはどの濃度でもほとんど着色されず、他の色と違い、水洗いをした際にほとんどはがれ落ちてしまった。

これらの結果から電気分解をする際の電圧を上昇させることで電流も大きくなり、反応が促進されて作成時間が短くなっていったと考えられる。色素の種類、濃度に関して、黄色、緑色が一樣に着色され、青色の色素があまり着色されなかった理由としては黄色の色素は分子が小さく、青色の色素は分子が大きいかからではないかと考えた。

結論として電気分解をする際の電圧を上昇させることで作成時間を短くすることができ、色素の着色のされやすさは分子の大きさが関与している可能性があると考えられる。

22aJPS-17 音の干渉

私立市川高等学校 代表者：渋谷晃司
共同発表者：道川稜平

「平面上で二波源から発生した波が干渉したとき節なる点は双曲線状に現れる」と授業で学習したとき、立体空間中で同様の実験を行った際のような結果がみられるか興味をもったので音波を用いて実験して調べた。ここでは、双曲線の数学的特徴を立体に拡張した図形である双曲面がみられると予想した。はじめに、実験結果を評価するためにコンピュータを使用して各点における音圧レベル分布について理論値を計算した。続いてマイクを使用して各点の音量を測定し、実際の音圧レベル分布を確認した。結果として予想通りの双曲面状の曲面を確認することができた。しかし事前に確立した理論値と実測値には形状に差があった。この差が生じた原因を明らかにするべく、追加実験を行った。「実験に用いたスピーカーはその笠の形状によって音波が同心円上に広がらないのではないか。」という予想のもとスピーカー周囲の同位相点を確認したところ、同位相点は同心円上ではなく前後で半径の異なる楕円上に分布した。音波がこの形状に広がることで予想した曲面は実測値と同様の傾向を持ったことから、スピーカー周囲の同位相点の歪みが理論値と実測値の差が生じた原因と断定した。今回の実験結果を応用して節となる点を予測することでコンサートホールなどスピーカーを複数使う広い空間で音量が均一になるように調整する方法や、スピーカーを用いて騒音を低減する方法についての研究に結びつけることができる。

22aJPS-18 布が発する音の特殊性と音を発する条件

私立市川高等学校 代表者：大貫絵莉子
共同発表者：木次谷真由

茶道で使う、ハンカチ大の襷紗という道具は、両端を勢いよく引くとパンという乾いた音になる。絹の布のことである。この乾いた音を出す所作は「ちりうち」とよばれ、茶道の世界では「ちりうち」で音を発生させなければならない。そこでこの特徴的な音とその発生方法に疑問を抱いた私たちは、音の特徴と発生方法について調べることにした。襷紗の形状に注目し、はじめにハイスピードカメラで動きを測定すると、襷紗は布と布が二回接触していることが分かった。そこでFFTとハイスピードカメラで同時に動きと音を測定したところ、これは一度目の布の接触により音が出ていると分かった。そこで、この音は空気によるものなのか、布の振動によるものなのかを、スポンジを布の接触面にあてて測定すると、これはスポンジをあてると音が小さくなることから、布の振動によるものだと分かった。また、絹でない布でこの実験を行うとどうなるかに注目して実験を行うと、やはり、布の質により音は違い、特に適切な密度と伸縮性が必要なることが分かった。また腕を引く速さと音の大きさに相関があると仮説をたて、実験を行うと、ある一定の腕の速さでピークを迎えることが分かった。これは布が打ち付ける瞬間の形状によるものだといえる。

22aJPS-19 うなりの手法を用いた光速度の測定

愛知県立一宮高等学校 代表者：土屋裕

マイケルソン干渉計を参考とした自作装置で、可動鏡からの光と固定鏡からの光との間に生じるうなりの周波数を測定し、その値と光源の振動数から光速度を測定することをメインテーマとし、現在は測定値を理論値に近づけること、有効数字の桁数を上げることを目標に研究をしている。

うなりは太陽電池で検出し、パソコン上で音や波形に出力しています。最初はどうなりの振動数を用いていましたが、その後研究が進むにつれてうなりの回数を用いるようになり、現在では【光速度＝2×可動鏡の動いた距離×光源の振動数÷うなりの回数】から光速度の測定値を求めている。

現在の結果としては、29回の測定を行い $3.030\pm 0.013\times 10^8$ (有効数字二桁)の結果を得た。(信頼域は2σを用いた)

22aJPS-20 気柱共鳴装置と音源の怪しい関係～音源を共鳴管の中に入れてと定常波はどう変化するのか～

北海道立北海道札幌北高等学校 物理化学部共鳴班 代表者：細川万雄
共同発表者：青田あかね、山本沙映

気柱共鳴装置を用いた実験の音源には、通常音さが用いられるが、私たちは音源にイヤホンを用いて管の中に入れたところ、より共鳴がはっきり聞こえることに気がついた。そこでまず、管の中に音源を入れ共鳴させた際においても、教科書に載っている、音源を管の外に置いて共鳴させた際にできる定常波(以下、「教科書の定常波」と呼ぶ)と同様な波形の定常波ができることを確認した。次に、共鳴している状態で、管の中で音源を移動させたときの音の大きさの変化を調べる実験を行ったところ、教科書の定常波の節に当たる位置に音源を合わせると音が大きく、腹に当たる位置に合わせると音が小さく覆っていた。これは、音の定常波において、変位で表した場合の節は音圧で表した場合の腹となり、変位で表した場合の腹は音圧で表した場合の節となることから、音圧を変化させ音を出すイヤホン(音源)を、音圧の変化が大きい節に合わせると定常波を励起させやすく、腹に合わせると定常波を励起させにくいためであると考えた。次に、共鳴していない状態で同様の実験を行ったところ、共鳴している状態に比べてわずかだが前述の実験結果に類似した規則的な音の変化がみられた。私たちは、この規則的な音の変化には強制振動が関わっているのではないかと考えて、検証実験を行っている。

22aJPS-21 Gifford McMahon サイクルによる冷凍機の製作

早稲田大学本庄高等学校 代表者：富岡健太

Gifford McMahon サイクルを利用して超低温を作り出し、高温超電導の実験をすることを目的とし冷却装置を製作した。/先行研究では、170K程の温度を得た装置が蓄冷器にスチールウールを用いていたため、今回は、比熱の値が大きい燐青銅を用いた。/まずコンプレッサーに冷媒として使用するガスを送り圧縮する。その際、ガスと共に潤滑油が生じてしまうため、潤滑油をこしとる油分離と活性炭フィルターを設ける。冷凍機には高压のバルブと低压のバルブが一定のタイミングで開閉する切換え弁を設ける。コンプレッサーで高压となったガスが高压バルブから流入した後、燐青銅のつまった蓄冷器を通し熱交換を行いガスが冷却される。そして次にバルブ管へ向かいその先のリザーバタンクにガスが溜まり始める。その時に高压バルブが閉じ、低压バルブが開くことにより溜まっていたガスは膨張し、さらに温度が下がった状態を、低圧バルブへ逆戻りする。この動作を繰り返すことによって冷却部を冷やすのである。/完成した装置を用いて、比較実験を行った。蓄冷材はスチールウールか燐青銅か、バルブが一つのオリフィス型かバルブが二つのダブルインレット型か、切り換えるタイミングは2.5Hzか4Hzか、冷媒は空気かHeかで比較した。その結果、スチールウールよりも燐青銅の方が、オリフィス型よりダブルインレット型の方が、4Hzより2.5Hzの方が冷えるということが分かった。しかし結果として-35度まで冷却することはできなかった。この原因は、電気的に開閉するバルブが高压に耐えられずにうまく動作しなかったことが考えられる。

22aJPS-22 LED 発電について

奈良県立青翔高等学校 代表者：加藤知顕
共同発表者：杉山裕基、南野恵次、澤田悠祐

私たちは、先輩の紫外線LEDに太陽光を当て発電する研究を引継ぎ、また紫外線LEDの他、新たに可視光や赤外線LEDも含め、発電量の多いLED発電に取り組んだ。紫外線LEDは、曇りの日でも日焼けを起こすことから地表に届いており、また電磁波は波長が短いほど保有するエネルギーを大きいので、紫外線を用いれば曇りの日でも発電でき、多くのエネルギーを作れると考えた。そして、曇りの日の紫外線量を調べるためにUVメーターを用いて、晴れの日と曇りの日の紫外線量を測定した。結果、曇りの日は晴れの日に比べて紫外線はとも少なくなるが、地表に届いていると確認できた。次に紫外線LED9個を用いてLED発電機を作り、天候や時間帯による発電量の関係調べた。結果、発電量は晴れと曇りでは大きく違い、晴れの方が当然多く、特に12時が最も高いとわかった。次に、紫外線・可視光線(緑色、赤色)・赤外線の色LEDを用いて発電量を測定した。結果、可視光線の中で一番波長の長い赤色LEDが最も発電量が多く、続いて赤外線、紫外線の順番になった。仮説と異なる理由として、紫外線は波長の長い色の光に比べ、オゾン層に吸収され地表に届く量が少ないことや、赤色LEDが他の色の光も吸収して発電しているのではないかと考え、各色LEDの各色光の吸収別発電量を計測した。結果、赤色LEDが吸収する色の波長帯が広いとわかり、現時点は赤色LEDが一番発電に適していると考え。今後他の要因も含め解析し、さらにLED発電に取り組みたい。

22aJPS-23 糖類の混合比からみるテラヘルツ波の吸収スペクトルの違い

北海道立北海道札幌西高等学校 代表者：氏家隼人
共同発表者：大和田真

ブドウ糖の構造異性体であるαグルコースとβグルコースにテラヘルツ波と呼ばれる電磁波を照射すると、異なる吸収スペクトルが生じることが分かり、これはヒドロキシ基の結合方向の違いによるものであることが分かった。

テラヘルツ波とは0.1～10.0 [THz]の周波数帯の電磁波の一種であり、可視光と電波の双方の性質が備わっている。テラヘルツ波には物質透過性があり、この性質を使って新しいセキュリティ機能に利用するという研究が進められている。また、放射線を出さない性質もある。このようなテラヘルツ波の特徴とそれを用いた物性測定技術に興味をもち、実験を行うことにした。

これまでの実験でαグルコースとβグルコースの比率を変えて混合したところ、その吸収スペクトルはαグルコースとβグルコースの吸収スペクトルの単純な足し算では求められないが、それぞれの吸収スペクトルのピークの違いによって混合比を推定することが出来た。

そこで、αグルコースとβグルコース以外の糖類でも混合比を推定することができるのではないかと考え、このふたつの糖類にフルクトース、ラクトースを加えた4種類の糖類のうち2種類の組み合わせを作り、その混合比を変えた試料にテラヘルツ波を照射して得られた時間波形をフーリエ変換して吸収係数を求め、テラヘルツの吸収スペクトルを得た。そして、2種類の糖類の吸収スペクトルのピークの差から混合比を推定することが出来たのでその結果を報告する。

22aJPS-24 気化熱に関する研究

福岡県立小倉高等学校 代表者：山口幸高
共同発表者：加納侑弥、野田開仁

私達は気化熱に関する研究を行った。気化熱の作用を抑えることで、冬の災害時(雪山での遭難等)に低体温症の及ぼす影響が分かるのではないかと考え実験を行った。

今回はサーモグラフィカメラで手の表面温度を条件を変えて5分間計測した。実験Ⅰは、保水性が気化熱の作用にどのような影響を与えるかを調べるため、濡れた手と濡れた手袋を装着した時の温度変化量の比較を行った。結果、濡れた手袋の方が温度の低下が継続したと分かった。この事から、濡れた衣服を着る方が体温が下がりやすいと分かった。

実験Ⅱは、風が気化熱に及ぼす影響を調べるために、実験Ⅰに風速5km/hの風を当て実験を行った。結果、実験Ⅰと比較しても全体的に温度が減少していた。この事から、体温の低下を防ぐためには、風を防ぐことが出来る環境への避難が最優先と分かった。また、水分の蒸発量と温度変化との関連性を調べるために、手袋に含まれる水分の減少量から蒸発量を計測した。結果、蒸発量は風の有無に関わらずほぼ同じであった。この事から、風が吹いても保水性はほぼ変化しないと分かった。

実験Ⅲでは、湿度が上がった時に、温度減少に影響を与えるかを調べるために、実験Ⅰ、Ⅱを湿度90%の環境下で行った。結果、実験Ⅰ、Ⅱとの比較を行うと温度低下が抑えられた。この事から、湿度による保水は体温低下を抑制する要因になると分かった。

以上の実験結果を考慮し、日常生活や災害時に最適な体温を維持させるのに役立つ研究を行っていきたい。

22aJPS-26 ニュートンビーズの成因解析

私立福岡大学附属大濠高等学校 代表者：西村卓
共同発表者：立石聖、安元信普

ニュートンビーズとは、ボールチェーンを落下させたときチェーンに立ち上がりが見られる現象のことを指す。この成因について我々は、従来の研究では説明できない現象があることを実験で示した。そこで我々は、角度制限によってできる輪が回転させられるとき、張力で鉛直上方に引き上げられることがニュートンビーズの成因であるという仮説を立てた。またその下にモデル計算を行い、チェーンの最高上昇高度を予測する数式を導いた。実験では張力以外に考えられる成因に妥当性がないことを示し、チェーンが立ち上がる様子をハイスピードカメラで撮影して最高上昇高度についてのデータを収集した。実験結果は、我々が導いた数式が精度よく現象を説明できるとを示した。このことから我々は、ニュートンビーズの成因はチェーンに働く張力であると結論づけた。

22aJPS-27 リングキャッチャーを百発百中にして～原理の解明と成功率を高めることを目指して～

北海道立北海道札幌北高等学校物理化学部リング班 代表者：伊藤潤平
共同発表者：菊池耕太郎、黒浜北斗

リングの中に紐を通し、これを落とすと、紐がリングに絡まることがある。この現象は「リングキャッチャー」と呼ばれている。これはリングの回転によって生じることが言われている。しかしこの他にもリングキャッチャーが起こる原因に関わることがあるのではないかと考え、研究した。

実験方法は、主に考えられるスローカメラを用いた「リングキャッチャー」の起こる様子の撮影や電磁石を用いて正確に輪を落とすことができる実験装置を自作し様々な条件下におけるリングキャッチャーの成功率の調査などを行った。

実験を行った結果、リングの回転は「リングキャッチャー」の発生に必要な不可欠であることを確かめることができた。その中で我々は、「リングキャッチャー」の成功時は、回転した輪によって、紐がしなっていることを発見した。このしなりについても、モデル実験の中でどのように起こっているかを明らかにすることができた。

次に本研究では、「リングキャッチャー」はどのような条件下において発生しやすいかについて、紐の長さ、リングの直径を変えた場合の変化について調べた。すると、紐の長さが長いほど、輪の直径が大きいほど、それぞれ成功率が高いということが分かった。これについては、リングの回転で紐が触れる位置が高くなることで、しなりの大きさが大きくなったことが成功率の変化に関係していると考えている。

22aJPS-28 空気抵抗を考慮した空中衝突実験に関する研究 および実演装置の製作

国立有明工業高等専門学校 代表者：光延拓也
共同発表者：山田安希子

【背景と目的】

物理における自由落下と斜方投射の実験の一つとして2物体の空中衝突現象（いわゆるモンキーハンティング）がある。空気抵抗を無視した場合は2物体は空中で必ず衝突するが、空気抵抗を考慮した場合にはどうなるのか、シミュレーションを交え実演装置を作り検討する。

【研究方法】

まず落体運動および放物運動の原理の式を導出し、表計算ソフトを用いて衝突に関するシミュレーションを行った。次に実演装置を作り、様々な物体に対して空気抵抗を考慮した空中衝突実験を行った。最後に結果の考察と今後の課題を検討した。

【結果】

シミュレーションの結果、空気抵抗を考慮した場合でも条件によっては必ず衝突することが分かった。実験の結果、空気抵抗は物体の質量、直径、密度の全てに関係していることが分かった。電磁石は、鉄芯の直径が小さいものが強く、電磁石の強さは巻き数と鉄芯の直径の大きさに関係していることが分かった。また、実演装置ではピンポン玉、ビー玉、ゴルフボールは空中で衝突させることに成功した。

【まとめ】

シミュレーションと実験の結果、空気抵抗を考慮した場合でも、特定の条件を満たせば、空中で衝突することを確認できた。

空気抵抗を考慮しても空中衝突が起きる場合があることは、世の中の一般的な考え方を覆すことができる可能性を秘めている。そのために、空気抵抗についての更なる理解が必要である。また、まだ考えられていないような空中衝突現象に関するものが開発されることに期待する。

22aJPS-29 Sound of coin spinning

私立市川高等学校 代表者：高橋大成
共同発表者：須藤隼、中村圭吾

今回、我々はコイン、特に10円玉硬貨が指で弾いて回転させることによって発生する音に注目し様々な実験を行い、結果を考察した。

始めの実験では、硬貨の回転時に発生する音は、回転時のどのような運動によって発生するかについて考える。自分たちは硬貨の回転時には、硬貨が床との接地点で滑る動きと、硬貨が床と衝突する動きがあると考えた。それらの動きと類似した運動時に発生する音の周波数分布、回転時に発生した音の周波数分布の二つを比較した。そして硬貨回転時の音には、うなりが起こっていること、周期的に大きい音が出ていることを発見した。また、うなりの原因は硬貨とマイクの距離関係、周期的に音が大きくなる原因はコインが床と衝突する現象であると予測し、次の実験を行った。

硬貨の動きをハイスピードカメラで様々な角度から撮影し、その映像から、硬貨が滑る運動、硬貨と床の衝突が起こっていることを確認し、硬貨が床と衝突する動きの原因は硬貨が微小に跳ねていることが原因であることを発見した。また回転を真上から撮った映像から、硬貨の回転周期や硬貨が跳ねる周期、硬貨の絵柄の回転周期などを計測した。その計測したデータから硬貨の回転周期と音のうなりには関係があることと、周期的な音の大きさと硬貨が跳ねる周期に関係があることを考察した。

さらに、我々は「オイラーディスク」と言われる海外の玩具の回転運動の研究を参考に、硬貨の回転運動の数理的な考察を行った。

22aJPS-30 スーパーボールの運動解析

青森県立八戸高等学校 代表者：野口裕一郎
共同発表者：森岡康太、於本昇、松坂太一

私たちは、スーパーボールで遊んだ時に、スーパーボールが予期しない方向へ跳ねるのを見て、具体的にスーパーボールの動きはどのようにになっているのかを詳しく知りたいと思いこの研究を始めました。

この研究の目的は、物理法則に基づいてスーパーボールが具体的にどんな運動をしているかを解明することです。そのため、一般的にスーパーボールの運動を扱うのは難しいので、「スーパーボールに回転をかけながら垂直に落下させたとき」という条件を設定し、理論式をたて、実際にその条件のもとで実験をし、理論値と実測値を照合しました。

事前の調査としてスーパーボールが特殊な運動の軌道を描く原理を調べたところ、その原因は、スーパーボールと床との間に働く摩擦力によって生じるスーパーボールの回転であることが分かりました。そのため、剛体の回転を考える必要がありました。また実験をしていくにあたって、当初計画していた高いところからスーパーボールを転がすという方法が上手くいかないとということが分かり、スーパーボールの運動の様子を観察し、かつ、スーパーボールに狙った運動をさせることができる適切な実験方法を探して試行錯誤を繰り返しました。

結果として、実測値と理論値の全体的な傾向がよく一致するという結果を得ることができました。

22aJPS-31 ハイスピードカメラを用いた バドミントンシャトル運動の観察

国立東京学芸大学附属国際中等教育学校 代表者：冠野袖香

バドミントンシャトルは、主に樹脂球（ナイロン）と水鳥球（天然素材）といった、対照的な材質から成る二つシャトルが併用され使われることが多い。バドミントン部に所属する私にとって、二つの「打ちやすさ」の違いは日頃からの疑問であった。そこで私は、ナイロンシャトルと水鳥シャトルの打ちやすさの違いは空気抵抗の働き具合にから来るものだと考え、シャトルの羽根の材質の違いによって空気抵抗の値が変わるのではないかと、このような仮説を立てた。本研究の目的は、羽根の材質や落下条件を変えた時のシャトル運動の違いの観察であり、ハイスピードカメラを用いてシャトル運動を定量的に測定する方法を開発することである。本手法は、ハイスピードカメラ HAS-L1 を用いて撮影した映像を、画像測定により処理し、Excel にてデータ解析するといった流れで成っている。物体の位置をプロットし、画面上での座標を取得、その後オーバーレイ表示された画像から速度ベクトル演算によりデータの抽出を行った。この手法を用いて材質の違いによる速度の変化、そして落下方法の違いによる軌跡の違いを観察した。結果として、水鳥シャトルの方がナイロン製のものより速度が大きく働くという結果を得られた。更に、シャトルの落下条件を変えた時の軌跡を視覚化することができた。本手法を用いることによりシャトル運動を定量的に測定できる可能性を示すことができた。

22aJPS-32 ゴム球の跳ね返り 第2報

岡山県立笠岡高等学校 代表者：藤井理代
共同発表者：早川千尋、原田美聡、山本達哉、岡田朋也、大倉寛史

昨年は室温ではほとんど跳ね返らない非弾性ゴム球が低温および高温で跳ね返ることがわかった。非弾性ゴム球は低温でも高温でも弾性ゴム球と同程度の反発係数となった。球の温度は表面を放射線温度計で測った値を使った。表面の温度が球全体の温度の補償はない。反発係数が内部温度、外部温度のどちらに関係しているのかはわからない。

反発係数は球のどこの温度で決まるかが疑問になり、調べることにした。衝突による変形は、表面部分が変形すると思われるので、表面温度により決まると予想した。昨年測れなかった内部温度は、ゴム球に穴を開けることで、測定することにした。また、昨年の実験では、測定した温度がまばらだったというので、もっと細かく実験を行った。測定結果を縦軸に温度、横軸に反発係数のグラフを書き、そのグラフに球全体が同じ温度の反発係数のデータを重ねた。グラフは反発係数が外部温度に近い値となり、予想が裏付けられた。

22aJPS-33 粘土の鉄球による衝突痕の形状について

私立市川高等学校 代表者：佐野仁

月の表面には、隕石が衝突することによって生じるクレーターが多数存在する。隕石は斜めに落ちることが多いと思われるが、クレーターの形は正円に見える。私は、物体が斜めに衝突した時の衝突痕が正円になるという事が感覚的には理解しがたかったため、身近な材料を用いてこれを解明しようと考えた。そして、物体が斜めに衝突したときの物体間のエネルギーのやりとりがどのようなものか、実験によって解明しようとした。

まずは鉄球を粘土に自由落下させてきた衝突痕の直径を測った。結果、鉄球の落下距離と衝突痕の体積には比例関係があることがわかった。ここから押しのけられた粘土の体積は鉄球の持つ力学的エネルギーに比例するといった仮説を立てた。

次の実験では鉄球に横方向の初速を持たせ、鉄球の初速、落下距離を変えて実験した。結果、衝突痕の鉄球の初速に対して水平な幅は、事前に建てた予想とは異なり、落下距離による影響を受けず、初速に比例した。

こうした実験で得られた考察を実証するために、現在は鉄球の衝突時の動きをシミュレーションしている。コンピュータを用いて解析的に鉄球の位置の変化を求めることによって、鉄球の粘土に衝突するときの軌道がわかり、衝突痕の形状も分かる。今後はこのモデルを完成させる、ハイスピードカメラを用いて衝突前後のエネルギーの変化をはかり仮説を実証する、などの目標がある。

22aJPS-34 竜巻の渦の再現

北海道立北海道札幌西高等学校 代表者：飛野野壮真
共同発表者：引地菜奈、及川大輔、阿部真直、野呂潮陽己

竜巻の渦の巻き方について研究するために、実験装置を自作した。空気の動きの可視化にスモークマシン、空気の流れを作るために送風機を用いた。はじめは、ホットプレートによる加熱で上昇気流を作り出した。送風機による空気は穴をあけた塩化ビニール管で四方から送った。この結果から、角度15度、30度、60度、75度のとき渦が見られた。15度と30度は時計回り、60度と75度は反時計回りの回転であった。しかし、60度と30度、75度15度は回転の向き以外同じ効果とみなせるため、これ以降の実験では省略した。また、同時に行っていたペットボトルを用いた液体による実験では、中央の上昇気流の周りに下降気流がある渦が見られた。そのため、穴をあけたアルミニウムとアルコールランプによる加熱方法に改良した。このとき、中央の温度が低く、周りの温度が高くなり、渦の中心に下降気流、その周りに上昇気流のある渦になると考えた。この方法で観測された渦は、実際の竜巻のような強烈ではないが、とてもはっきりしていて、軸の安定しない渦の巻き方や、その形状は実際の竜巻と似ていた。また、中央に下降気流、その周りに上昇気流が見られると考えていたが逆であった。これは加熱されて上昇した空気が中央に集まり上昇して、ある程度温度が下がるとアルミニウムの外側の冷たい空気の方に流れ、中央の上昇気流の周りに下降気流がある渦になったと考えられた。

22aJPS-35 超伝導体を用いた力学的エネルギー保存則の実験

私立東海大学付属高輪台高等学校 代表者：友成宏之
共同発表者：小島寛航、篠田拓良、松久保浩斗、渡邊光

物体の保存力だけがはたらくとき、または保存力以外の力がはたらくても仕事をしないとき、力学的エネルギーは一定に保たれる。これを力学的エネルギー保存則という。一般に、この保存則を理解するために、高校の授業では沢山の実験が実施されている。本校では、鉄球のある高さの斜面から滑らせ、その鉄球を水平に飛ばし、水平到達距離を測定する実験を行った。その結果、水平到達距離の測定値を理論値と比較すると、28.3～30.4%の減少が見られた。この誤差の原因は、鉄球とレールの摩擦や鉄球自身の回転によることが分かった。

そこでこの問題を解決し、力学的エネルギー保存則を証明できる実験を考案したいと思った。まず、斜面のレールをステンレス板にし、その上にNd磁石を取り付けた。また、鉄球の代わりに液体窒素で冷やした高温超伝導体を使い、Nd磁石の上を滑走させた。その結果、超伝導体は浮きながら走り、鉄球よりも速くまで飛んだ。このときの測定値は理論値と比較すると、誤差を2.70～7.43%に抑えることに成功し、理論値にかなり近い数値を出すことができた。

22aJPS-36 イオンクラフトの推進力向上を目指して

宮城県立仙台第三高等学校 代表者：古村翼
共同発表者：森瑞希, 対馬優斗

背景

イオンクラフトとは、高電圧をかけることで、銅線周辺の強い電界によって空気分子がイオン化し、陽イオンがアルミ箔に引き付けられ、その時にアルミ箔を上へ引き付けることによって推進力が生まれる機体である。

私たちはイオンクラフトについて4つの実験を行った。

実験1はアルミ箔と銅線間の距離による推進力の関係について調べた。

実験2はアルミ箔の幅による推進力の関係について調べた。

実験3は銅線の巻き数における推進力の関係について調べた。

実験4は機体の形状を変えた時の推進力の関係について調べた。

考察

実験1ではアルミ箔と銅線間の距離が65.0mmのときに平均推進力が最大となり、平均電流が最小となる。この1ユニット65.0mmのとき最も効率が良い。この実験から各機体にそれぞれ最適な規格があることがわかった。

実験2ではアルミ箔と銅線間の距離が50.0mmのときに平均推進力が最大となった。しかし、70.0mmのときにも推進力が上がっている。縦横の比に関係があるかもしれない。

実験3では推進力が1重のときが一番高く、巻き数が増えるほど推進力が小さくなった。これは銅線の電界が強くなったことで推進力が小さくなったと考えられる。

実験4では角数が増えるほど推進力が小さくなる。この結果から負の相関関係があることがわかった。

今後の課題と展望

- ・イオンクラフトの辺の長さによる推進力の変化
- ・これまでの実験でわかった効率の良い条件を組み合わせ、実際の機体での検証をする。

22aJPS-37 エッグドロップ～卵に加わる力～

東京都立戸山高等学校 代表者：三石ミゲール
共同発表者：和田誠, 大木峻太郎

エッグドロップコンテストの実験では、今までの方法だと割れるか割れないかという情報しわからない。そこで、iPad touchの加速度センサー機能を使いエッグドロップの機体内での加速度を求めることで、卵に加わる力の大きさと推移を測定しようとした。落下の模擬実験を行うと、センサーのみを落とした場合、落下中と着地時の力が測定できた。そこで、エッグドロップの機体を使い、緩衝材と減速材をつけて加速度を測定したところ、落下中の力は測定できたが、着地時の力は測定できなかった。この理由として、センサーの固定方法が不完全であったことがあげられる。今後はセンサーの固定方法を変更することで着地時の力が測定できるか調査し、卵に加わる力を求める。

22aJPS-38 ハニカム構造の耐久性について

私立広尾学園中学校・高等学校 代表者：真鍋光希
共同発表者：深江麻利子

ハニカム構造とは、ハチの巣や雪の結晶などの自然界で多く見られる複数個の正六角形または正六角柱を隙間なく並べた構造のことで、この構造はほかの多角形が並んだ構造よりも強度が高く耐久性が優れているとされている1。この構造の耐久性の高さは広く知られており、これまでも耐久性に関する実験が多次なされてきた。今回はその圧力に対する耐久実験をより詳しく試行し、またせん断応力に対する耐久性や引っ張る力に対する柔軟性等についても簡易的な模型を用いて実験及び考察した。実験方法は、六角柱とその他多角柱と円(三角形、四角形、円形)を準備が容易な厚紙を用いて制作し、その上から圧力をかけていき何キロまで耐えるかを測定した。今回は多角柱単体、複数個(9個の集合体)、複数個(36個の集合体)の3つのパターンで試行した。またせん断応力に対する耐久性は六角形と他の多角形(四角形)の集合体の模型を、引っ張る力に対する耐久性は円を用いて他の多角形(四角形)との比較を用いて考察した。その結果、いずれの検証実験でも六角形のハニカム構造が最も耐久性が優れていると分かった。これらにより、ハニカム構造がどれくらい他の図形より耐久性において優れているのかわかり、自然界においてなぜハニカム構造が多くみられるのか理解できた。また、航空機や建設材料など幅広い分野で活用されているハニカム構造の優位性がより確実となることが期待される。

1 引用：「ハニカムコアサンドイッチパネルの静的局部圧縮特性」小林志好、大塚年久、石川篤志、岸本喜直

22aJPS-39 普通の中学生在が簡単にPKを決める為には

私立早稲田中学校 代表者：小林直輝
共同発表者：片平八主男, 佐藤優祐, 横麟太郎

私たちは、普通の中学2年生が、簡単にPKを決めるためにはどうすればいいのかをMI COACH SMART BALL(アディダス社製で速さ、回転数、インパクト位置が測定できるボール)を使用して調べた。

iPhoneとボールを接続し速さ、回転数、インパクト位置が測定できるボールを使用して、様々な条件でボールを蹴ると、データが、iPhoneに送られる。地面の物質について、今回は人工芝と土の二つを試した結果、多少土のほうが良かった。足の蹴ったところについて、今回やったのはまず先で蹴る「トゥキック」親指の付け根で蹴る「インフロントキック」足の内側で蹴る「インサイドキック」小指の付け根で蹴る「アウトフロントキック」の四種類を試した。結果は、それぞれアウトフロントは狙った場所にいきにくく、トゥキックは安定せず、インサイドキックとインフロントキックが安定していた。

ボールの蹴った場所ごとに、中央を1、左上から時計回りに2,3,4,右下から5,6,7のように分けた。上の2,3,4を蹴ると基本的に下に行き、ローリングキック(ゴロ)になってしまい測定出来ない上、実際だった場合、敵のキーパーに取られる確率が高い。そのため、使用したのは1,5,6,7がほとんどである。7で蹴った場合は基本的にアウトフロントキックになるので、蹴りにくい。また、1,5,6のうち、1を蹴ったときが最も安定していた。よって、私たち普通の中学2年生が簡単にPKを決めるにはインフロントキックまたはインサイドキックでボールの中央を蹴るようにすればいいことが分かった。

22aJPS-40 水平方向の反発係数の定義の手法の確立に向けて

福岡県立小倉高等学校 代表者：小林龍汰
共同発表者：船方陽, 山崎信弥, 緒方佑樹, 遠藤百華

私たちは、物理の授業で習う反発係数について疑問を抱いた。なぜなら、高校物理では鉛直方向の反発係数は決まっているが、水平方向の反発係数は決まっていないからである。そこで、どうすれば水平方向の反発係数を定義できるのかについてスーパーボールを使って研究した。

まず、スペーススワープという発射台を用いて、スーパーボールの落下とバウンドの軌道をビデオカメラで撮影し、動画編集ソフト「ムービーメーカー」を使い、動画を解析し、スーパーボールの水平方向の速さを測定した(実験Ⅰ)。その結果、バウンド前とバウンド後の速さの比が一定とはならなかった。

次に、スーパーボールを上から撮影し、回転速度を用いて測定した(実験Ⅱ)。その結果、実験Ⅰと同様に速さの比が一定とはならなかった。

スーパーボールは水平方向の速さと回転速度を伴うので、実験Ⅰと実験Ⅱを組み合わせることで解析を行った(実験Ⅲ)。すると、実験Ⅰ・実験Ⅱよりは正確な結果となったが、あまり正しい結果とはいえなかった。

この3つの実験の結果から、実験を重ね、より正確な測定法を確立して、水平方向の反発係数の定義を目指して研究を進めていきたい。

22aJPS-41 超準解析による contextual な隠れた変数理論の否定

国立筑波大学附属高等学校 代表者：高木翼

確率論的に記述される量子力学を我々の知らない変数を用いて決定論的に記述で記述できるか、という問題は昔から多くの人々の興味を引いてきた。この問題はBell不等式の破れによってひとまず局所性を仮定した隠れた変数理論の否定(no-go定理)がなされた。Kochen-Speckerは別の視点から考えた。系の状況(context)とは無関係に物理量を観測することができるとき noncontextual であるという。彼らは noncontextual ならば隠れた変数理論は存在しないと結論した。では、contextual な場合にも隠れた変数理論が否定されるのだろうか? この疑問を解決するために、超準解析を用いて Gleason の定理を拡張し、結果的にある仮定のもとで noncontextuality という強すぎる仮定を緩めて contextual な場合においても隠れた変数は存在しないことを示した。

22aJPS-42 円運動における画像の歪みの原因究明

岡山県立倉敷天城中学校 代表者：秦悠己

インターネットで、自転車のスポークが不思議な形に歪んでいる画像を発見した。この画像の歪みの原因を明らかにするために数学的アプローチと実験的アプローチを試みた。まず、この画像ができた原因について、構造上の問題とシャッターの構造から可能性を検討した。

円型分度器を回転させながら、シャッターラインを動かしていくことをシミュレーションした、一定時間ごとに交点をプロットし軌跡を求めた。さらに回転させた円型分度器をデジタルカメラで撮影しパソコンで画像を短冊状に切り貼りし画像の再現を再現した。数式の作成をし、グラフ処理ソフトでシミュレートした。自転車で実際に写真撮影した後、データをもとに自転車の速度予想を行うことで画像の状況を再現できた。これらのことによって、画像の歪みがシャッターによるものだと証明できた。

今後の展望として、円型運動の軌跡をグラフ化することで、様々な被写体速度とカメラの読み取りピッチに対応した軌跡を予測することが可能となった。それにより、希望した歪みの画像条件を求めることが可能となった。さらには、原因が究明されたことで歪みの補正にも役立つと考えている。

22aJPS-43 点光源から放射状の筋が見えるのはなぜか

群馬県立前橋女子高等学校 代表者：東野優里香

夜、信号を見るといくつかの放射状の光の筋が見えることがある。信号はほぼ点光源なので、放射状の光の筋が見えるのは不思議に思えるが、点光源から放射状に光が見える。眼鏡をかけると、その形状がまた変化したように感じられ、その原因は何か、またどういう仕組みでそれが起こるのか、その検証を行った。仮説を立てるに当たり、どのような条件下で放射状の筋が見えるのか予備実験を重ねた。すると、瞳孔が開いているときのほうが放射状の筋が見えやすいことがわかり、眼の光彩の周りの構造に原因があるのではないかという可能性にたどり着いた。そこで文献調査をしたところ、瞳孔はおもに、輪ゴムのような形をした瞳孔括約筋と、瞳孔括約筋を放射状に囲む瞳孔散大筋という二つの筋内で動いており、瞳孔が閉じているときには、瞳孔括約筋が収縮して、瞳孔括約筋が引っ張られることが分かった。したがって、その際、瞳孔が大きい円ではなく、不規則な多角形に広がり、各辺で光の回折が起こって筋が見えるのではないかという仮説を立てた。この仮説は人間の感覚を通してのものなので、直接検証実験を行うことはできなかったが、瞳孔が多角形なら回折光が生じるということを示すことができたので、この仮説はかなり有力であるといえる。また、さらに医学書の文献調査から、レンズのふちに近づくほど、その部分からはいった光が屈折面に近い位置で結像する、球面収差という現象に関する仮説も立て、現在検証中。

22aJPS-44 箒の効率に関する研究

国立広島大学附属高等学校 代表者：川重諒真
共同発表者：沖山太心, 鞆宏隆, 西村棧, 横内歩平

箒には様々な種類があり、取りやすい砂の種類が違う。この違いは何によって生まれるのかということに興味を持ち、研究を開始した。

実験を始めるにあたって、まず箒を掃く動作ができる実験装置を制作した。箒に車輪を取り付け、箒の柄に結んだ糸におもりをつけてひき、レベル上を走らせた。実験装置は実際に応じて改良を加えながら研究を進めた。また、教室で見られるごみを調べた結果から、実験に用いるごみの種類は砂にした。

箒の効率は、始めに広げた砂の質量と掃くことができた砂の質量の比(百分率)で表すこととした。実験1では箒を動かす加速度、実験2では箒を床に押し付ける力、実験3では箒の毛の密度、実験4では箒と床の角度について、それぞれ仮説を立て、箒の効率を調べた実験を行った。実験より箒の効率は、箒の加速度、箒の毛の密度とは関係が見られないことが分かった。また箒を床に押し付ける力についてはある値を超えるまでは、効率に影響を及ぼすが、ある値を超えると効率には影響を及ぼさないということが分かった。箒と床の角度については、ある角度になると急激に効率の値が小さくなることが分かった。さらに箒の毛の弾性力に着目し、毛の弾性率の測定を行った。実際に砂を掃いているときの箒の毛のたわみを測定すると、箒が砂に及ぼす力が計算できると考えたからである。今後は箒毛の弾性力と砂と床の摩擦力などの力のつりあいを考え、砂が掃ける、掃けないを決める要因を考える。

22aJPS-45 3次元空間を充填する泡の立体構造

国立広島大学附属高等学校 代表者：長友千紘
共同発表者：小櫻智穂

私達は、炭酸飲料の泡や、葉・骨の内部構造、また宇宙の構造など、自然界にみられる泡の立体構造に興味を持ち、これらの構造を解明したいと思いました。先行研究によれば、Kelvin は1887年にとこの構造は14面体で構成されていると示しましたが、1994年にWP(Weaire and Phelan)構造モデルが提唱されています。そこで、これらを参考にして観察や実験を行いました。ピーカーに充填させたシャボン玉と、発泡スチロールを構成している粒子の立体構造の観察を行いました。しかし、シャボン玉の膜が流動し、時間と共に構造が変化することや、発泡スチロールの構成粒子が1mm以下とたいへん小さい等、観察が困難でした。そこで、3次元構造を任意の面で切ったときの断面に注目することにしました。発泡スチロールブロックの断面に見られる多角形を辺の数ごとに敷え上げると、泡構造の2次元平面は5角形と6角形よって多く占められているという規則性があることがわかりました。この結果と、WP構造やスポンジのような泡構造とを比較するため、まずWP構造(2種類の多面体よりなる)をケント紙で製作し、これを凸型として石膏やゴムを用いた凹型の作成を行い、多数の多面体を製作、WP構造を再現させその断面を観察しました。スポンジ構造の解析方法としては、スポンジを石膏で充填させた後に過熱・炭化させ、一定の長さごとに削った断面を観察することを計画しています。これと発泡スチロールの観察によって得られた結果を比較して、立体構造の規則性を見つけないかと考えています。

22aJPS-46 閉鎖系 Belousov-Zhabotinsky 反応の長時間挙動

茨城県立水戸第二高等学校 代表者：笹本恵利子
共同発表者：木村明日香

Belousov-Zhabotinsky 反応(BZ反応)は、4種類の物質(反応基質、酸化剤、酸、金属触媒)を適切な濃度で混合すると化学振動が観測される。均質な溶液にも関わらず、周期的に溶液の色や酸化還元電位がくり返し変化(振動)する不思議な反応である。マロン酸(反応基質)、臭素酸ナトリウム(酸化剤)、硫酸、フェロイン(触媒)を用いて実験を行うと、反応溶液の金属触媒の濃度の周期的な時間変化(振動反応)が観測される。このときフェロイン[Fe(phen)]³⁺は赤色、フェロイン[Fe(phen)]²⁺は青色なので、溶液の色の周期的な変化としてその振動を確認できる。また[Fe(phen)]³⁺ / [Fe(phen)]²⁺が変化するとネルンストの式より酸化還元電位E_{ORP}も振動する。溶液の色が赤色のときは還元の状態であり、青色のときは酸化の状態である。これまでにBZ反応の長時間挙動の振動の停止の仕方は、酸化定常状態、還元定常状態、振動の復活、第2ステージ振動のみ、の4つのパターンに分かれることがわかっている。今回私たちは、触媒であるフェロインの濃度と溶液を攪拌するときの回転数を変化させると、第2ステージ振動にどのような影響を及ぼすのか、について調べた結果について報告する。

22aJPS-47 ろうそくの振動周期と重力加速度の関係

私立市川高等学校 代表者：若林優輝
共同発表者：平野秀行、西山健太郎

ろうそくは燃焼の際に、炎に振動を見ることができ。我々は、非線形振動のなかでも特異とされる蠟燭振動子と呼ばれるこの現象がいかんして発生しているのか解明を試みた。先行研究においてろうそくの受ける仮想重力が9.8 m / s²以上の場合において、炎の振動数と仮想重力の間に正の相関があることは示された。しかし、仮想重力が小さくなる場合については言及されなかった。我々はまだ論証されていない仮想重力が9.8 m / s²未満になる状況下において、ろうそくの炎はどのような運動を行っているのか実験し調べた。ろうそくを高所から落下させ、仮想重力が、9.8 m / s²未満の時の振動数をハイスピードカメラを用いて測定した。その結果、仮想重力が9.8 m / s²未満においても、正の相関を示すことがわかった。また、ろうそくを取り付けた装置を円運動させ、仮想重力が9.8 m / s²以上の条件下において実験を行った。この結果は先行研究と一致した。これらより、仮想重力が4.8 ~ 48 m / s²の間において、ろうそくの炎の振動数は仮想重力と正の相関を持つことがわかった。仮想重力が9.8 m / s²未満の条件下による測定は本研究が初である。

22aJPS-48 ロウソクの等速度・加速度運動による炎の形状の変化

私立西南学院高等学校 代表者：由比詞子
共同発表者：上野竜大生、田中琢、川嶋真悟、福本零、松岡毅樹

火が着いたロウソクを振り回していると、火が青くなって消えそうになったりまたついたりする。そんな現象を目の当たりにした私たちはロウソクの炎の見え方と運動の関係について研究することにした。先行研究を調べるうちに複数のロウソクを束ねるとロウソクの火炎がぎざぎざのパフィン現象についての論文を見つけた。その論文を書いた猪本先生からパフィン現象の説明や気流の可視化の方法についての指導を受けて、ロウソクを自由落下させる、手で横に振る、台車の上に載せて動かすなど様々な実験を行い、炎の形状に対する周辺空気の移流の効果調べた。

その結果、ロウソクの炎は等速度運動時には静止時とあまり変わらない事が分かった。また、自由落下や手で振り回したとき、そして台車が衝突するときなど加速度がかかるときには、通常はパフが形成されない1本のロウソクでもパフが見られることがわかった。以上から、炎のパフ形成に周辺空気の加速度的運動が大きな役割を果たすことが示された。

22aJPS-49 本校が立地する兵庫県中部～南部地域の基盤岩の形成過程一兵庫県中部～南部に広く分布する流紋岩質凝灰岩に着目して一

兵庫県立西脇高等学校 地学部(マグマ班) 代表者：吉良洋美
共同発表者：市部秀司、金井弘祐、廣田稜、水田淳、臼井滉平、木村百花、田中愛子、西村さつき、藤本未来、北條健太

本校周辺地域は、毎年加古川の水害に悩まされている。加古川が氾濫する原因のひとつとして、兵庫県中部でもっとも知られた景勝地である闊竜灘の地形的特徴があげられる。そこで、闊竜灘の形成過程を明らかにすることを目的に研究を始めた。闊竜灘は、流紋岩質凝灰岩に硬質で河川による風化にも強い石英安山岩が貫入している。さらに、闊竜灘の中央を北西から南東方向に走る逆断層があり、北東側の石英安山岩が相対的に上昇している。そのために、闊竜灘は周囲に比べて河川の幅が狭い独特の地形を形成している。闊竜灘の形成過程を明らかにする上で、兵庫県中部の構造と形成過程を明らかにする必要が生じた。細かく細分された地域内の地質図はすでに作成されているが、それらは水平方向の地層が対比されていないため横に並べてうまくつながらず、兵庫県の形成過程を全体として捉えることができなかった。そこで東西20km×南北18kmにおよぶ広範囲を踏査し、詳細な地質図を作成した。さらに水平方向に凝灰岩の岩相がどのように変化するかを確認するため、凝灰岩を南部の高砂市まで35kmにわたって追跡した。これに帯磁率や全岩化学分析の結果を考慮して、兵庫県中部～南部の形成過程と条件を模式的に示すことができた。

22aJPS-50 宮城県内における空間放射線量について

宮城県立仙台第三高等学校 代表者：米内山陸

背景・動機

私たちは、3年前の福島第一原発事故を受け、放射線に興味をもった。また、現在自分たちの周りの空間放射線量はどのくらいなのか、そして我が校が安全なのかということに疑問をもち研究を始めた。

- ・測定器は“Mini Trace CSDF 多目的放射線測定器”を使用。
- ・34か所の測定地点において、地面から1.5mの高さでγ線を10回測定し、平均をその地点の値とする。

結果

- ①ある3地点で、0.091μSv/h以上と他の地点に比べて高い値を記録した。
- ②地表が土の地点のほうが舗装されている地点よりも値が高い傾向にあることがわかった。
- ③宮城県内の県北に位置する佐沼高校、県南に位置する伊具高校と連携し測定を行ったところ、県の中央に位置する仙台三高が最も低い数値を記録した。

考察

- ・①の要因は、それらの測定地点は傾斜が終了し平坦となっている地点であることから、雨や風によって放射性物質が運ばれ堆積したと考えられる。
- ・②の要因は、舗装されている地点は放射性物質が定着しにくく、風雨によって運ばれやすいため数値が低くなっていると考えられる。一方で、地表が土の地点は放射性物質が地面に吸着し蓄積するため、数値が高くなったと考えられる。
- ・③の要因は、事故当時福島第一原発付近から宮城県県北に向かって海上を通る風が吹いており、その風によって放射性物質が運ばれたと考えられる。
- ・測定最高値と日本の空間放射線量の基準値を比較したところ、基準値の1/23と大幅に下回っており、安全であることがわかった。

22aJPS-51 粉体時計の実現及びメカニズムの追求～マクスウェルの悪魔と比較して～

兵庫県立加古川東高等学校 代表者：猪股雅美
共同発表者：小寺星来、木下真由美、阪口友深、伊東陽菜、友野穂太、國澤昂平

私たちは興味深い粉体現象を探している際、二部屋に区切られた容器に入れた粉粒体が、振動によって部屋を移動する現象を二つ知った。ひとつは、振動によって粉粒体が片方の部屋に集まって留まる「粉体のマクスウェルの悪魔」という現象、もうひとつは、大きさと重さの異なる2種類の粉粒体が、一旦は片方の部屋に集まってから両方の部屋を往復し続けるという「粉体時計」という現象である。本研究は、この二つの現象を比較することで、「粉体時計」のメカニズムの解明を目的としている。文献によると、「粉体時計」では、小さくて軽い粒は大きくて重い粒よりも早く移動し始める。そこで、実験では大小2種類の粒に振動を与え、移動する時間を調べた。さらにその結果を考察し、平均自由行程(粒子同士の衝突と衝突の間の平均距離)を計算式によって求めると、粒の数が減った部屋においては平均自由行程が著しく伸び、粒の数が増えた部屋においてはそれが短かった。このことにより、振動によって移動した粉粒体が片方の部屋に留まる「粉体のマクスウェルの悪魔」という現象を解明した。今後は同様に、平均自由行程を測定することで、粉粒体が両方の部屋を往復し続ける「粉体時計」という現象を、実験によって実現する。キーワード…粉粒体、粉体のマクスウェルの悪魔、粉体時計、平均自由行程

22aJPS-52 糖の水溶液の温度変化について

北海道立北海道札幌西高等学校 代表者：佐藤諒
共同発表者：久柳田駿太郎、井口凜人、柳橋勇太

私達は、食品を加熱したときの性質を調べている中で中濃ソースの電子レンジで加熱すると短時間で温度が上昇し、焦げてしまうという特徴に着目した。そして、中濃ソースの成分を調べたところ中濃ソースには糖が最も多く含まれているということが分かった。そこで、糖が中濃ソースの温度変化に寄与しているという仮説を立てた。その後、糖の水溶液を加熱したときの温度変化について、電子レンジを用いて調査した。

実験では、グルコース、フルクトース、スクロース、グルコース+フルクトースの混合物の4種類の水溶液を用いた。電子レンジを用いた実験では、すべての水溶液が100〔℃〕付近で温度上昇が緩やかになった。これは、糖の保水性により一部の水が糖に取り込まれて蒸発できなくなり、取り込まれなかった水が蒸発熱として熱を奪うことによって温度上昇が妨げられたためであると考えた。その後すべての溶液が急激な温度上昇を見せたが、これは糖に取り込まれなかった水がすべて蒸発した後で電子レンジが与えるエネルギーがすべて温度上昇に使われたため、急激に温度が上昇したと考えた。これらのことから、糖の保水性が水溶液の温度上昇に大きく関わっていると言え、糖が電子レンジによる中濃ソースの温度変化の特徴をもたらす原因のひとつだと考えられたことを報告する。

22aJPS-53 兵庫県南部地震の最大余震（2013年4月13日）と加古川市南部の地盤の動き—マンホール周囲の道路面の亀裂に着目した宅地造成基準見直しの提言—

兵庫県立西脇高等学校 地学部（都市環境班） 代表者：神部海翠
共同発表者：阿江天規、内橋夏海、斉藤竜也、志方仁美、高橋純菜、高橋佑輔、本村公希、小寺澤唯依、竹本周、田中愛子、福島茹奈

兵庫県南部地震以降最大の余震で、加古川市にある顧問の川勝先生の自宅付近の宅地遊歩道の表面に多くの亀裂が入った。周囲から受けた力の向きと大きさを反映すると考え、マンホールのふたの周囲の亀裂の有無とその方位、長さに着目して、自宅周辺のマンホール452個を調査した。その結果、①調査地域一帯は大正時代まで海水がしばしば浸入した軟弱地盤である、②宅地の道路面に多くの亀裂が見られるが、幹線道路にはみられない、③亀裂の方位は概ね北北西—南南東であり、水路に沿って地盤が南北方向に振動するように動いて小規模な破砕帯を形成した、④液状化は確認できない、ことを明らかにした。地盤は一定の速度で移動するわけではなく、エネルギーが一定量以上に蓄積された際に急激に運動する。余震によって、これまでもちこたえてきた地盤の保持力が限界をこえ、移動したと考えられる。

同じ軟弱地盤でありながら、大規模な地震によって、宅地には亀裂が多く見られ幹線道路に見られないのは、その地盤の整備方法が異なることに起因する。市役所への聞き取り調査から、宅地の整備基準は法令や政令によって具体的に決められておらず、事実上業者や許認可権をもつ市に任されている。本調査地域や広島の高松市のように、100年単位で見れば不安定な地域であっても、明確な数値基準がないまま宅地が整備されるおそれがある。近年日本全国各地で地震が頻発している現状を考えると、宅地であっても幹線道路並の強度を保障する明確な強度基準と整備基準を設け、さらにその基準を引き上げる必要がある。

22aJPS-54 黒板の最適な消し方 ～教師の経験と勘を科学で検証～

北海道立北海道札幌北高等学校物理化学部黒板班 代表者：堀切悠矢
共同発表者：宮本和哉、新宅一線

小型の黒板にチョークで7本の線を引き、それらを様々な条件下で消して残ったチョークのあとを解析し比較した。解析は、残ったチョークのあとを撮影した写真をパソコンに取り込んで、それらの写真の水平断面のRGBの値をグラフ化することで行った。また、実験は黒板消しに垂直に加える力、黒板を消す速さ、黒板消しの布の3種類の条件を変えて行った。それぞれの結果として、まず黒板消しに垂直に加える力を変化させる実験では、加える力が大きくなると消しあとも薄くなるという傾向があること、加える力が500gあたりを超えると変化が著しく少なくなるということがわかった。次に黒板を消す速さを変化させる実験では、速さは消え方に関係がないのではないかと考えられたが、確認を得るにはより幅広く速さを取る必要があるという結論に至った。黒板消しの布の材質と消え方との関係性を調べる実験では、使用した全ての布において黒板消しの従来の布で消すよりも線が消えにくく、消しあとも伸びにくいように見られたが、原因については現在研究中である。今回の実験では加える力の最適な値を厳密に求められなかったこと、力を大きくしていくと消す使えず確実には速さを設定できなかったこと、装置の精度が不十分で速さを細かく計測できなかったことが課題として挙げられたので、今後は装置の改良などを行いながら実験し、研究の最終目標に近づけたい。

22aJPS-55 霧箱と画像解析による宇宙線観測システムの製作

国立名古屋大学教育学部附属高等学校 代表者：小川明里
共同発表者：衣川友那、伊藤耕平、水野真衣、工藤隆、吉松朋希、長瀬慎弥

〈研究の目的〉

霧箱における荷電粒子の飛跡を画像解析により自動的に検出し、宇宙線の性質を調べるためのシステムを製作すること。また、そのシステムを使い宇宙線が引き起こす様々な現象を観測すること。

〈実験手法〉

以下のものを製作し、実験に用いた。

・拡散式霧箱

・画像解析システム

林式霧箱(参考文献1)をもとにして製作した霧箱内の様子を撮影し、OpenCV(参考文献2)を用いた動画解析プログラムによって、飛跡を含む画像のみを選択保存する。

〈結果〉

霧箱の底面をアルミ板にしたことにより、宇宙線と思われる飛跡を含む自然放射線の飛跡を十分に観測することができた。また、直線検出を行う古典的 Hough 変換アルゴリズムを使用することで、飛跡を含む画像データを選択保存することができた。

〈考察〉

霧箱の冷却にはドライアイスを用いたが、V粒子など発生頻度の少ない飛跡を検出するには長時間の観測が必要であり、観測可能な時間が少ない恐れがある。また、画像解析は単純に直線の存在を検出するだけでは、天然放射性元素からの飛跡と宇宙線による飛跡を区別することができない。

〈結論〉

宇宙線の飛跡を自動記録するシステムについて、それが可能であることを示す結果を得ることができた。しかし、長時間の安定した冷却が可能な冷却方法の製作および、特定の形状の飛跡のみを検出するアルゴリズムの開発が必要である。

〈参考文献〉

1. 「万能高感度霧箱を作ろう」名古屋大学理学研究科 F 研 林熙崇
http://lab.phys.nagoya-u.ac.jp/2011/ippan/heloudchamber/make/
2. 「詳解 OpenCV- コンピュータビジョンライブラリを使った画像処理・認識」
Gary Bradski, Adrian Kaehler(著)、松田晃一(訳)、オライリージャパン(2009)

22aJPS-56 ミュー粒子の時間の遅れと地表に届く確率

国立名古屋大学教育学部附属中・高等学校 代表者：前田朱音
共同発表者：寺島悠登、森田早織、伊藤平

SSH発表会で、霧箱によりミュー粒子が地表で観測されていることを知った。しかし、ミュー粒子の平均寿命と平均速度から求められる平均飛行距離が大気圏上層部から地表までの距離に比べて非常に小さく、地表に届き得ない。この矛盾を解決するために本研究を始めた。

ミュー粒子は光速にきわめて近い速度で移動しているため、ニュートン力学では事象を説明することができないと考え、特殊相対性理論に着目した。特殊相対性理論の同時刻と距離の概念から、地表の観測者から見たミュー粒子の時間が遅れていることが分かった。しかし、時間の遅れを考慮してもミュー粒子の平均飛行距離は、大気圏上層部から地表までの距離に比べて短かった。

本研究では、ミュー粒子の平均速度、平均寿命を用いたため、実際にはより速度が速いものや寿命の長いものが存在し、ミュー粒子の一部が地表に到達しているのではないかと考えた。そこで、ミュー粒子の地表に到達する確率を求めた。本研究では、ミュー粒子の速度を固定し、地表に対して鉛直であるときを考えた。これから、大気圏上層部で生成されたミュー粒子は、0.05から0.20の確率で地表に届いていることが分かった。

22aJPS-57 より長時間飛び垂直上昇機の開発

兵庫県立尼崎小田高等学校 代表者：小森理子
共同発表者：岸亜里紗、松永結衣

垂直上昇機とはゴムカタパルトで地上に対し垂直の角度で飛ばす紙飛行機である。私たちは、すべての部品を自分たちでデザインし、60秒間飛び垂直上昇機を設計することを目標にした。

1. 方針

坂本氏、平松氏、和佐氏、岡田氏が研究した Crescent2 を元に次の2つを満たすように設計した。

(1) 翼面積が0.09g/cm²以内になるようにする。

(2) 縦安定のグラフ(図5)の帯の中に値が入るようにする。

2. 設計手順

①主翼の形を決めた。テーパー翼機、三角四角翼機、ノーマル翼機の3種類を作った。

②胴体、尾翼などの部品を設計した。

③値が方針の2つを満たすように改良した。

3. 考察

水平尾翼容積の値を大きくすると重心位置も変わる場合があり、その点を考えて改良しなければいけないこと、翼面積と縦安定が目標の値に入ったからといって、垂直上昇機が飛びかけてはならないことがわかった。今後は目標の値を見直すとともに、もう一度飛行テストを行い、飛び方を見ながら改良していく。

22aJPS-58 晴雨予報グラスを用いた大気圧の変化による天気予測

宮城県立仙台第三高等学校 代表者：平松明秀

晴雨予報グラスが天気を予測できるということを知り、自分も天気の予測を行ってみたいと考え、この研究を始めた。本研究は、晴雨予報グラスの底面を基準とした管部分までの水位の変化と大気圧、天気の変化の関係を調べることが目的とし、最終的に数時間後の天気を予測することを目指す。また、晴雨予報グラスの原理をもとに2つの仮説を立てた。1つ目は、数時間前から見て管部分の水位が標準位置より低くなっていくと、次第に高気圧が近づいていて、天気は良くなるというもので、2つ目は、数時間前から見て管部分の水位が標準位置より高くなっていくと、次第に低気圧が近づいていて、天気は悪くなるというもので、そして、実験1で管部分の水位の変化と大気圧・天気の変化の関係を大小2つの晴雨予報グラスを用いて調べた。結果は仮説通り管部分の水位が標準位置より低くなっていくと天気は晴れ、管部分の水位が標準位置より高くなっていくと天気は悪くなるが多かった。また、仮説通りにならなかった時もあり、その原因は、温度の変化によって大気圧の変化に関係なく管部分の水位が変化したためだと考えた。また、実験1における天気予測精度を求めたところ、大は67.6%、小は61.0%で両方ともに信憑性があるといえる形となった。今後は、温度や湿度の変化と天気の変化の関係性があるのかについて、また水の蒸発によって晴雨予報グラスの管部分の水位の変化に影響があるのかを調べていく。

22aJPS-59 可溶性・不溶性プルシアンブルーの酸化体・還元体に関する研究

茨城県立水戸第一高等学校 代表者：須藤駿

鉄を含む物質の代表例としてプルシアンブルーがあり、放射性セシウムの吸着剤として使われている。先行研究から、プルシアンブルー“PB”には不溶性と可溶性が存在し、その酸化体はベルリンブラウン“BB”，還元体はプルシアンホワイト“PW”であることがわかった。本研究ではPW・PB・BBの詳細な関係を定量的に評価し化学式や構造をより詳細に明らかにすることを目的とした。本研究から、PWにも不溶性・可溶性があり、それぞれ可逆反応しPBから生成することがわかった。またBBは可溶性条件と不溶性条件には見た目には違いはなく、BBからPBの変化は不可逆的であった。一方、濃度による分散・凝集の変化を確かめたところ、可溶性・不溶性のPBやPWとはいえ、濃度が低ければ分散し、高ければ凝集することがわかった。さらにBBは濃度にかかわらず常に透明褐色溶液であることがわかった。それらの結果から、鉄錯体の化学式と構造を推測した。可溶性と不溶性PBについては化学式や構造まで判明していたので、それらの可逆反応から可溶性と不溶性PWの構造を推測した。BBを可溶性・不溶性の条件で還元すると可溶性・不溶性両方のPBとなり、その逆反応は起こらないことが分かった。またBBは、濃度を高くしても沈殿ができなかったことから、BBの構造はPBに似た構造であると考えた。さらにBBは沈殿しないことから、PBに類似した構造を持つ小さな結晶が分散し、PWやPBではこれらの構造を持った大きな結晶ができ、それが濃度によって分散したり、凝集したりすることが示唆された。

22aJPS-60 蠟燭振動のメカニズムの解明 第2報

私立本郷中学校・高等学校 代表者：三上絃史
共同発表者：小正拓実, 榎本宗一郎

蠟燭を2本近づけて火をつけるとその炎が上下に振動するという現象が起きる。これを「蠟燭振動」という。昨年までの研究で蠟燭振動は炎の間の上昇気流により炎が引き伸ばされ、そこに炎の周りから空気が流れ込むことで炎が引きちぎられ、消えるという動きを繰り返すことで見かけ上振動しているということを考察した、今回はこの炎がこのように動く要因を追求した。

まず、上昇気流が振動に関係があることを炎の大きさと振動数の関係を調べ検証した、そして、上昇気流が炎を引き伸ばす要因を蠟燭の炎が拡散炎であるからと仮説を立て、拡散しない混合炎が振動するかどうかを調べ、その結果仮説が正しいことが分かった。

次に、炎の周りから空気が流れ込むことで炎が引きちぎられる動きの要因を炎の間とその周りとの速度差により圧力勾配が生じているからという仮説A、炎上部の空気が上昇気流により運ばれることで気圧が下がり、炎上部と炎の周囲との間に圧力勾配が生じているからという仮説Bを立てた。仮説Aは上昇気流内、外の圧力を測定し圧力勾配はないことから誤っていることが分かった、そして仮説Bは、仮説通り流れているとすると振動数に限界が生じることを踏まえ振動数に限界の有無があるかを調べることで検証した、その結果、振動数に限界があったことから仮説Bが正しいことが分かった。

結論として炎が引き伸ばされる要因は炎が拡散炎であるため、その後炎が引きちぎられるのは、炎上部とその周りとの圧力勾配により炎に空気が流れ込んでいるからということが分かった。

22aJPS-61 空気中で起こる2つの軽い物体の奇妙な落下運動

岡山県立倉敷天城高等学校 代表者：三宅大和
共同発表者：青葉隆仁, 内田健太, 奥山涼香

私たちは、空気中で、軽い2物体を水平に近づけて並べ落下させると、それらはどのような運動をするのか実際に落下させ観測した。その結果、2物体は互いに最初は接近しながら落下し、そして衝突することなく互いに離れながら落下する様子が確認された。この現象は、空気に粘性の概念を導入することで説明できることが分かった。

22aJPS-62 二つ穴空気砲から出る渦輪について

私立本郷中学校・高等学校 代表者：鷹取夏輝
共同発表者：園悠希, 白居幸希, 岩田純弥

空気砲とは箱などに穴をあけただけの装置で、叩くと渦輪と呼ばれるドーナツ型の輪が発生する。またこの空気砲の穴を2つにすると、空気砲から出る2つの渦輪は合体して1つとなり、縦長楕円と横長楕円の形を繰り返しながら進んでいく。

私達はこの2つ穴空気砲の渦輪の動きの中で、発射された2つの渦輪が合体する原因と合体した渦輪が縦長楕円と横長楕円の形を繰り返しながら進んでいく原因について研究した。

まず2つ穴空気砲から出る渦輪を観察した。その結果2つの渦輪の合体するときの接続部分側の煙の速さが、周りの煙の速さより遅いことが分かった。この結果から私達は、渦輪の接続部分で2つの渦輪の断面の回転が干渉しあうことで、他の部分と速度差が生じ、中心に向かっていくことで2つの渦輪は合体すると考えた。

次に曲率の違う5つの楕円穴を用意して、それぞれの穴を使って空気砲をうったときに出てくる渦輪の進行速度と渦輪断面の直径を測定した。そしてそこから渦輪断面の回転の強さを計算して、それと曲率との関係について調べた。結果、曲率が大きくなるほど渦輪断面の回転は弱くなっていった。このことから2つ穴空気砲の合体渦輪の動きには、渦輪が変形することによって各部分の曲率が変化し、それによって各部分の渦輪の回転が強さも変化することが関係しているということが分かった。

22aJPS-63 ライトブレンの研究

愛知県立岡崎高等学校 代表者：原田健司
共同発表者：井澤薫実, 原田大紀, 正木泰斗

本研究はライトブレンというバalsa材とラップフィルムで作られた模型飛行機の角度による飛行時間や飛行軌道の変化を調べ、最も長時間飛行する角度を見つけないとライトブレンの角度による飛行の違いが生じる理由を解明することを目的とした研究である。

私たちはまず上反角を一定(45°)とした時の迎角の違いによる飛行時間や飛行軌道の変化について実験(実験A、B)を行い、最も長時間飛行する迎角(8°~9°)を求めた。次に飛行時にはたらく力を調べ、実験A、Bで得られた飛行軌道のように飛行する理由を明らかにするため、風洞を自作して主翼のみを取り出して風洞実験を行った。

風洞実験の結果と実験A、Bより求めた飛行軌道、0.12秒毎の速度変化から、次のようなことが分かった。

迎角が8°以下の時、機体にはたらく揚力は概ね重力を上回り、機体は水平姿勢に移ろうとするが移る前に着地する。

迎角が9°~15°の時、機体が水平姿勢になるまでは迎角が8°以下の時と同じことが言え、水平姿勢になると機体の速度と揚力は徐々に減少を続け機首は上を向き、揚力が重力を下回ると機体は失速し、失速以降は再び水平姿勢に移ろうと以上の動きを繰り返す。

迎角が20°~30°の時、機体が水平姿勢になるまでは迎角が8°以下の時と同じことが言え、水平姿勢になると機体の速度と揚力は急激に減少し機首が上がる前に揚力が重力を下回り、失速しないが失速した時のように再び水平姿勢に移ろうとして以上の動きを繰り返す。

22aJPS-64 風車の性能とソリディティの関係

東京都立戸山高等学校 代表者：岡本遼太郎
共同発表者：中尾直己, 古川拓馬

風力利用について日本においてはその地理的環境から大規模なウィンドファームよりも小規模なマイクロ風力発電の方が有利である。今までマイクロ風車は大型風車の延長線上で設計されてきた。しかし、大型風車は風況の良い場所に設置されることが決まっているのに対してマイクロ風車で設置される場所ごとに風況が大きく異なる。したがってそれぞれの風況に合わせた風車を設計することで効率をよりあげることが出来ると考えられる。よって私は風洞実験を行い、ソリディティ(ブレードが回転時に掃く円の面積に対するブレードの受風面積の割合)と風車が風力エネルギーを回転方向の運動エネルギーに変換する際のエネルギー変換効率の関係を周速比(風車の風速に対する回転速度を示すパラメータ。それぞれの風況や使用するモータの適正回転数などによって変化する。)ごとに測定した。ソリディティについて調べたのは風車の回転速度やトルクなどの重要な要素が主にソリディティによって変化するためである。

方法 直径22mm、ソリディティ5~30%のプロペラ型風車を作成。風洞実験を行いそれぞれ周速比ごとのトルクを求め、そこからエネルギー変換効率を算出した。

結果 周速比ごとのソリディティとエネルギー変換効率の関係の部分的だが求める事ができた。

今後の展望 より詳しいデータを得るとともに、データをもとにモデルをつくって実際に屋外で性能試験を行い、商用品を上回る効率を出せるようにする。

22aJPS-65 振動によるダイラタント流体の変化

私立市川高等学校 代表者：齋藤明日香
共同発表者：山村椎奈, 李恵

片栗粉がある割合で水に溶いて混合物を作ると、急激な変形に対しては固体的に振る舞い、ゆっくりにした変形に対しては流動性を示す。これがダイラタント流体である。また、この流体をスピーカーを使用し振動させると、液面に突起(ツノ)が生じ、まるでダンスをしているかのような奇妙な動きが生まれる。私達はその不思議な性質に興味を持ち、ツノの生じるメカニズムの予想から、波のエネルギーP、ツノの立ち上がる速さvとして $P \propto v^2$ という仮説を立てた。そこで、波の強度とツノの立ち上がる速さを計測する実験を行い、測定値から仮説の検証を行った。

22aJPS-66 空気砲の渦輪による応用利用について

宮城県立仙台第三高等学校 代表者：野中七海斗
共同発表者：高山宏輝

私は学校行事の中で空気砲を扱ってきた。そして渦輪について興味持ち、そこで渦輪の性質を理解するとともに日常生活に何か応用できるのではないかと考えた。既知の知識より空調への応用利用が最適ではないかと考えたため、空調への応用を目的として研究始めた。実験は渦輪を用いて対象物の温度上昇と空気砲内の温度低下を測定し、相互関係の有無を検証した。また4種類の形の渦輪をスローカメラで射出の様子を細かく分析し性質をとらえ、曲率半径を求めて数学的観点から渦輪の性質向上を試みた。そして得た知識より正円渦輪が最も飛距離があるのではないかと仮説を立て、渦輪の飛距離について実験を行った。

まとめとして空調へ応用することが可能な能力が渦輪にはあることは分かった。また空調への応用利用だけではなく殺虫剤への応用利用もこれらの実験を通して優位性が高いことが分かったので進めていきたいと考えている。

今後の課題として既存の空調よりも温度上昇効率が優れているかは未だに分からない。したがってこれからは応用に最適な渦輪とは何かということにアプローチをかけ、その検証を行うことが今後の課題である。

22aJPS-67 身の周りにおける流体の粘度の計測

国立有明工業高等専門学校 代表者：寺本幸平

【目的】

日常生活の中で、さまざまな液体を同量匙で掬い、匙を同じ角度傾けたときに全てが落ちきるまでの時間の異なりについて興味を持ったため、身の周りにおける様々な流体の動粘度について調べることにした。身の周りにおける物質の動粘度の値は、文献値がほとんど無く、これを調べることは意義のあることと考える。また、学校の授業では扱わないキャノンフェンスケ粘度計について操作性を身に着け、理解を深める。

【研究方法および結果】

毛細管の細さによって12種類あるキャノンフェンスケ粘度計の中の6種類を用いて、条件を変えながら動粘度を3回ずつ測定し、動粘度の平均値を求めた。

各種液体の動粘度を比べた場合、調べた液体の中には純粋な液体洗剤の動粘度が一番大きかった。水に各種液体を溶かした場合、動粘度は元の単体の場合よりも小さくなり、水の量が一定の場合、水に溶かした洗剤の量が多いほど動粘度は大きくなった。また、水道水を用いて水温を変化させた場合、温度が高いほど、動粘度は小さくなり、理科年表の理論値とほぼ一致することが確認できた。

【まとめと今後の展望】

身の周りの液体について、動粘度を調べ数値で示すことができた。また、濃度変化や温度変化に対する測定を行い、数値を示すことができた。今回はキャノンフェンスケ粘度計のみを使用した。今後は他の粘度計を用いて、別の観点から動粘度を測定する予定である。また、動粘度に注目したミルククラウンに関する測定も進める予定である。

22aJPS-68 液体ヘリウム ～第二音波測定への道のり～

北海道立北海道札幌西高等学校 代表者：星野泰我
共同発表者：酒井悠貴、雷田涼華

液体ヘリウムは、他の物質には見られない非常に特異な性質を持っており、その性質によってフィルムフローや噴水効果などの、私達の日常生活の中では目にすることができない不思議な現象が引き起こされる。

液体ヘリウムには、通常の液体ヘリウム（ヘリウム I）と、ヘリウム I を冷却していくことで相転移を起こし発生する異なる液体状態（ヘリウム II）が存在する。このヘリウム II は超流動体と常流動体の混合状態になっている。そのため、温度を上げると常流動体の割合が高くなり、温度を下げると常流動体の割合が低くなる、というように温度を変化させることで超流動体と常流動体の二つの成分の割合が変化する。また、ヘリウム II は粘性が 0 であり、熱伝導度がとても高い、という特異な性質を持っている。ヘリウム II において前述の現象が見られるが、私たちはその中でも「第二音波」に着目した。第二音波は、超流動体と常流動体の混合状態となっている超流動ヘリウム（ヘリウム II）の温度を変化させることにより生じる、超流体密度の伝搬の波のことである。超流動状態では、第二音波はほとんど減衰せず液体中を伝わる。つまり、超流動状態では熱がこの波によって伝わるため、前述の通りヘリウム II の熱伝導度はとても高い。私たちはこの第二音波に興味を持ち、北海道大学極低温研究室の協力の元、第二音波を測定するための装置の作製・実験を行った。今回はその結果について報告する。

口頭発表（22pJ）

22pJ-1 渦電流の値を求めた研究

富山県立富山中部高等学校 代表者：山田和輝
共同発表者：館野航平、江尻敬介、横井海星

銅板の斜面上で磁石を滑らせると渦電流が発生し、それが作る磁界によって磁石のスピードにブレーキがかかる。私たちはこの渦電流の研究を継続しているうちに「渦電流は本当に渦状に流れているのだろうか」という根本的な疑問をもった。そしてこれを解決するため「渦電流の可視化」に挑戦することにした。そもそも渦電流は非常に微弱である上、一定の場所にとどまっていないという厄介な性質をもっている。このため電流値を測定することは困難である。しかし可視化にあたって電流値のおおまかな値をつかんでおくことは必要である。そこでまず計算で求めてみることにした。高校で習う物理や数学で計算をすすめるためには、できるだけ計算モデルを簡略化する必要があった。まずはこの簡略化の作業に取り組んだ。そしてモデルができあがったらそれを使って渦電流値を計算してみた。出てきた値は確かに小さい値であったが、この値が妥当性のあるものなのか検証する必要があった。実際銅板に流れている電流を測定することは困難であるが、銅板の一部を銅線と見立ててそこを流れる電流値と計算で求めた電流値を比較したところ相関性が確認できた。私たちはついに「微小」渦電流の値を捉えたのである。

22pJ-2 反磁性磁化率をはかる：第 2 報 ～3 力のつりあいと永久磁石を用いた反磁性磁化率の測定～

大阪府立春日丘高等学校 定時制の課程 代表者：神野佑介
共同発表者：高田美穂子

強磁性物質が磁石に引き寄せられる現象はよく知られているが、一般には磁石に反応しないと思われる物質も非常に弱いながら磁気活性をもつ。試料にかかる磁力を重力と直交させることにより、永久磁石レベルの弱い磁場中で反磁性物質の磁化率を測定できる測定装置を製作し、昨年度報告を行った。

糸に吊した試料に永久磁石で作った磁気回路で磁力を作用させた。このとき試料にかかる重力、糸の張力、磁力を釣り合わせることで、試料の反磁性磁化率を求めた。この測定原理は、試料の質量を測定する必要がなく、微小な粒子の磁化率を測定することができる。

昨年度に指摘された点を考慮し、装置全体を見直し、装置の改良を行った。まず、磁場勾配に極大値をつくることで磁力が最大になる点を一意的に決定した磁気回路は、平行磁石の間隔を狭め、最大の磁場を大きくした。次に、試料の移動距離の測定精度を上げるため、マイクロステージを導入し、0.1cm までの測定を行った。さらに、支点での糸の繰り出しを取りやめ、支点そのものを上下に移動できるようにした。

その結果、反磁性磁化率の精度を 1 桁上げることができ、3 桁の精度で 10-8emu/g オーダーの反磁性磁化率測定が可能となった。吊り下げる糸や空気の流れ、静電気の影響などを考慮することで、さらに測定精度を上げられる。質量に依存しないこの測定法の特徴を利用して、微小な単一粒子の磁化測定をさらに行っていきたい。

22pJ-3 屈折率勾配を持つ溶液の結像作用の研究

静岡県立清水東高等学校 代表者：中村麗人
共同発表者：西子幸裕、神美雪、鍋田拓実、牧野萌、佐藤圭太、池田信乃将、大内裕貴、菅野之矩、菊地理紗子、鈴木祐佳、寺尾萌里乃、豊島洸太

水を入れた水槽の底からシロ糖の飽和溶液を拡散させると、屈折率が鉛直方向に連続的に変化した溶液ができる。この溶液をおとして水槽背後の物体を観察すると、壁気楼に相当する像が 3 個出現する。昨年度は、溶液内部を屈折率勾配の大きさにより 3 つの水深に分類し、各水深部がそれぞれ強さの異なる凸レンズとして作用することで像を出現させていると考えれば、各像の性質を統一的に解釈できると予想して研究に取り組んだ。しかし、最も上側に出現する像については凸レンズの作用では説明ができなかった。そこで本年度は、溶液中の屈折率分布や出現する像の位置をさらに詳細に求めるとともに、光線経路を理論的に計算で求め、実験で得られた結果と比較してみた。その結果、光線の進路に対して「凸レンズ」のような作用をする水深部と、逆に「凹レンズ」のような作用をする水深部があることが分かった。このことは、レーザー光線を入射させて調べた結果や、屈折率分布から理論的に求めた光線経路シミュレーションの結果とも一致した。こうして、鉛直方向に屈折率勾配を持つ本溶液は、水深の変化にもなる屈折率変化の大小に応じ、凸レンズや凹レンズのように作用する 3 つの水深部を持ち、3 個出現する像は上のものから順に、凹レンズの作る正立虚像、凸レンズの作る倒立実像、凸レンズの作る正立虚像として統一的に理解できることがわかった。

22pJ-4 生物模倣の小型風力発電機の製作

東京都立小石川中等教育学校 代表者：佐藤圭一郎

生物模倣（蝶と蜻蛉）のブレードを作成し、自作風洞で発電量を計測した。風洞実験の結果から、低レイノルズ数域では慣性力よりも粘性力が増すため、蜻蛉の羽根のように凸凹で小さな乱流を作り剥離点を後退させることが重要だと分かった。この結果から、トンボの羽根型ブレードでハブダイナモを用い、風力発電大会規定（高さ 80、幅 80、奥行 80cm 以内）の小型風力発電機を作り大会に臨んだ。また、蜻蛉の羽根型が NACA 型のブレードのような空気の流れをする映像の撮影に成功した。

22pJ-5 回転する円柱が落下するときの法則性 第 2 報

北海道立北海道札幌北高等学校物理化学部円柱班 代表者：渡邊佑
共同発表者：松木倫太郎、地野水那瀨

高さ 2m からの糸を巻き付けた発泡スチロールやパルサ製の円柱を回転させながら落下させると、コマに類似した幾つかの軌道はマグヌス効果により曲線を描く。このとき、円柱が落下した水平移動距離を測定した。同一形状で密度の異なる 2 種類の円柱と同一密度で直径の異なる 3 種類の円柱を用いて測定を行った。その結果、円柱の長さが長いほど、円柱の密度が小さいほど、円柱の直径が小さいほど水平移動距離が大きくなるという傾向があることがわかった。次に、落下する円柱にはたらく揚力を測定するため、モーターで回転させた円柱に風を当て、発生した揚力の大きさを電子天秤で測定した。直径の異なる 3 種類の円柱を用いて実験を行なったところ、揚力の大きさは円柱の長さ、円柱の回転数、円柱の半径の 2 乗に比例する傾向が見られ、これらは揚力の理論（クッター-ジュコフスキーの定理）に一致した。また、円柱の回転数と揚力の関係について、円柱の回転数が大きくなると揚力が理論値より大きくなる傾向がある。この揚力増加の原因を探るため、流水中で円柱を回転させて、円柱の周りの流体の流れの可視化を試みた。揚力増加の原因には至らなかったが、水流の可視化には成功したため、今後装置の改良を重ね、揚力増加の原因の特定を目指したい。

22pJ-6 皿まわしとフラフープの回転運動の解析

国立津山工業高等専門学校 代表者：鳥越昌平
共同発表者：木下徹規

探究活動授業（3 年生対象）の中で、戸田盛和著「コマの科学」を読んで学んだことをもとに、コマに類似した幾つかの回転体について継続的に調べている。昨年度 1 年上の先輩方が、ゆでたまごの立ち上がり、円板と円柱の回転運動などを研究し、コマと同じ歳差運動とらえてそれらの回転運動の特徴を説明することに成功した。今年はこの成果を受けて、解析手法の有効性を確認し、さらに精密にする目的で、より複雑な題材である皿まわしとフラフープの解析に挑戦することにした。皿まわしとフラフープの定常的な回転をあらわす力学モデルを作り、回転体に固定した座標系で角運動量とトルクの関係を明らかにし、歳差運動の角速度を理論的に解析した。実際に計測可能な皿やフープの水平からの傾斜角と回転速度の関係式を求め、ビデオ解析から得た値と比較した。その結果、皿まわし、フラフープとも良い一致が得られたが、前者においては、おそらく計算モデルで棒の傾きや太さを無視したことが原因と思われる回転数の系統的なずれがある。

また、皿まわしにおいて回転速度が上がり皿がほぼ水平になった状態で棒が自然に中央へ寄る不思議な現象がある。この現象についても考察をおこない、定性的な説明ができた。今回は定常的な回転の解析に留まったが、今後、摩擦による減速や、回転を加速するトルクの影響を考慮した過渡状態の解析を行い、皿まわしやフラフープを上手に演じるコツを解明したい。

22pJ-7 ヤング率を考慮した弦の振動の有限要素解析

横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校 代表者：大野周平

弦の振動の音色を特徴付ける倍音の発生原理は、振動している弦の張力を一定と考え、その弦における波動方程式を解くことにより説明される。しかし、本研究では振動の最中にある弦の張力が振動に伴い変化し続けることを考慮し、弦の振る舞いを解析した。張力を与えられた弦の長さは静止時において最小であることから、振動の最中にある弦の張力は振動の大きさに伴って変化することが予想された。計算と実験からは、弦楽器における実用の範囲では振動している弦の張力の増加・変動は無視できない大きさであることが示された。有限要素法を用いた弦の振動のシミュレーションによると、ヤング率および張力の増加を考慮する場合は張力を一定とする場合と比べ、振動の周波数が大きくなり、波形も大きく異なることがわかった。さらに、弦の振動全体におけるポテンシャルエネルギーは、弦を静止時の長さからその時点の長さまで引き伸ばすのに必要な仕事の大きさと等しいということが示された。

22pJ-8 水平軸回転飛行物体の形状と飛行性能に関する研究

福岡県立香住丘高等学校 代表者：木下慎悟
共同発表者：石川竜一郎、蒲原凜太郎

市販されている X- ジャイロは、水平軸方向に回転させながら投射すると、最大 180 m 程度まで飛行すると記載されている。この飛行距離は球技用ボールや紙飛行機などと比較すると極めて大きい。翼を持たない円筒形の物体が長距離飛行できる理由の一つは、ジャイロ効果によって姿勢が安定することが考えられるが、空気抵抗力を更に低減させる方法を研究すれば、飛行性能をより一層向上させることができると考えた。そこで、X- ジャイロや風力発電機の風レンズ及び特殊形状の扇風機などを基に、水平軸回転飛行物体に作用する空気抵抗力の大きさは、「前方投影面積」、「風レンズ効果」、「後方波形の波数」の影響を受けていると仮説を立てた。検証実験では、X- ジャイロ型の円筒模型と風洞装置を自作し、独自に考案した方法で微小な空気抵抗力を測定して比較・対照を行った。その結果、水平軸回転飛行物体の飛行にも「風レンズ効果」が期待できることを確認するすとともに、その効果を効率よく引出すためには他の要因との関係を十分に考慮することが必要であることを解明した。

22pJ-9 「レオナルドの橋」を人が渡れるか

福岡県立小倉高等学校 代表者：隈元陽
共同発表者：山元日南子

レオナルドの橋とは釘や接着剤を使わずに木材だけで組むことが出来る橋です。私たちはこの橋をイベント用に発見し、科学実験教室での教材として用いています。この橋を組む過程でいろいろなものを載せてみたところ、意外に強度があることが分かったため人が渡れることもできるのではないかと考え、この研究を始めました。

私たちはまず模型で橋を作成して理論計算を行った後に、実際にかける橋の設計を行って橋を作ることにしました。

強度実験では体重計を用いて数値を計測し、その結果をもとに理論計算を行いました。すると、実験の値と理論値に大きな差が出てしまいました。そのため、実験方法を見直し、再び理論計算を行いました。

ここではレオナルドの橋は、段数が増えていくことで急激に耐えられる荷重が小さくなることがわかりました。また、橋の両端を固定することで、全体として木が曲がりにくくなり、強度が増すこともわかりました。

そして、この結果をもとに実際にかける橋の作成を行っていきました。部員の協力を得て木材を加工し、90本の木材を用意して橋をかけました。そして渡ったところ、渡りきることが出来ました。現在、この橋は安全性を確保した上、科学実験教室で子供達に渡ってもらっています。また、私たちはこれ以外にこの橋の活用法として災害時での活用を考えています。しかし現在、橋は真ん中からしか組むことが出来ず、川に橋を架けることが難しいため、両側から橋を組む方法について考えています。

22pJ-10 粉粒体の層化及び分離に関する研究（第3報）

愛知県立岡崎高等学校 代表者：前田知輝
共同発表者：前田健登、田中勇輝、伊藤史哉、小塚陽希

大きさや形状の異なる2種の混合された粉粒体を2枚の板の間の狭い空間に流し込むと、粉粒体が層を形成する『層化』、または粉粒体同士が上下に分離する『分離』という現象がみられる。先輩たちが行った先行研究（予測方法）を基に、粉粒体を3種使用した時の模様のでき方について検証実験を進めたが、その過程で予測と異なる結果が確認された。私たちはその原因を考察し、そこには先行研究で『GT効果（Granular Transportation Effect）』と名付けた考え方が関わっていることが分かった。

これを考慮した上で新たに3種の粉粒体を使用したときの模様の出来方の予測を立て直し、新たな粉粒体も用いて検証実験を行った。この結果も新しい予測と異なった。これによって粉粒体は2種類の層化分離条件の他に、粉粒体の質量による止まりやすさやできた斜面の角度によって滑り落ちるかどうかといった分離の根本、3種類では1つの粉粒体のブラジルナッツ効果による他の粉粒体への影響を考える必要があると考察された。今回の研究により、粉粒体が形成する模様を予測するためには、粒子の質量（密度）や粒子間の摩擦力的についても詳しく調べる必要があることが分かった。

Jr. セッション委員会委員（任期：2014年4月1日～2015年3月31日）

委員長	松川 宏（青山学院大理工）	興治文子（新潟大教育）
委員	飯沼昌隆（広大先端物質）	北本俊二（立教大理）
	河内明子（東海大理）	佐藤 仁（広大放射光科学研セ）
	木下一彦（早大先進理工）	鈴木 亨（筑波大附属高）
	佐藤 実（東海大理）	橘 孝博（早大高等学院）
	須藤彰三（東北大理）	谷口和成（京都教育大）
	田中忠芳（金沢工大基礎教育）	田村裕和（東北大理）
	種村雅子（大阪教育大）	並木雅俊（高千穂大）
	中村 琢（岐阜大教育）	前田恵一（早大先進理工）
	藤井康裕（立命館大理工）	
	八木隆志（東海大理）	

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