

# 第 19 回日本物理学会 Jr. セッション (2023) プログラム

日時：2023 年 3 月 18 日 (土) 8:55 ~ 12:30

方法：オンライン (ビデオ会議システム Zoom を用いたライブ配信)

発表形式：口頭発表 (講演 10 分+質疑応答 5 分)

(A ~ K の各 Zoom 会場)

8:55 ~ 9:00 開会挨拶・注意事項等

各 Zoom 会場では、口頭発表 (1 件 15 分) を順番に 3 件行います。

3 件の発表後、その 3 件に関して 25 分のフリーディスカッションを行います。

※フリーディスカッションは休憩しても良い時間となります。

※各 Zoom 会場はメインルームだけ使用します (ブレイクアウトルームは使用しません)。

以下、Zoom 会場毎のプログラムとなります。

講演番号のアルファベットは Zoom 会場を、4 桁の数字は講演開始時間を表しています。

(例 A0900 → A 会場 講演時間 9:00 ~ 9:15)

## A 会場

### 第 1 部 (9:00 ~ 10:10)

A0900 私立中央大学附属高等学校

A0915 東京都立八王子東高等学校

A0930 国立広島大学附属高等学校

反発係数の速度依存性

高速カメラを用いた緩衝材による衝撃吸収の測定に関する研究  
棒の衝突時に生じるエネルギーの損失について

9:45 ~ 10:10 フリーディスカッション (休憩)

### 第 2 部 (10:10 ~ 11:20)

A1010 私立本郷高等学校<sup>A</sup>, 私立本郷中学校<sup>B</sup>

A1025 福岡県立香住丘高等学校

A1040 北海道札幌北高等学校

金属板における減衰振動 第三報

2次元配列振子の共振現象に関する研究

振り子の振幅減少中における周期の公式を、作ろう！～振り始めからの時間と振幅の変化～

10:55 ~ 11:20 フリーディスカッション (休憩)

### 第 3 部 (11:20 ~ 12:30)

A1120 私立玉川学園高等学校

A1135 私立逗子開成高等学校

A1150 東京都立小石川中等教育学校

円運動と摩擦を利用した等速落下運動の研究

水面におけるタイヤの溝の比率とブレーキ力の関係性

砂山の斜面の角度は何によって決まるのか

12:05 ~ 12:30 フリーディスカッション (休憩)

## B 会場

### 第 1 部 (9:00 ~ 10:10)

B0900 私立花園高等学校 (京都)

B0915 国立東京学芸大学附属高等学校

B0930 岡山県立倉敷天城高等学校

サルバティエーコ橋の力と強度の研究

パスタブリッジによるピン結合の再現とトラス橋のモデル化

スパゲッティが破断する瞬間の形と破片の数の関係

9:45 ~ 10:10 フリーディスカッション (休憩)

### 第 2 部 (10:10 ~ 11:20)

B1010 岡山県立津山中学校

B1025 西宮市立西宮高等学校

B1040 私立本郷高等学校

シャー芯は何ミリ出すと折れるのか

ドミノ倒しの実験

スティックドミノの高さと速さ

10:55 ~ 11:20 フリーディスカッション (休憩)

### 第 3 部 (11:20 ~ 12:30)

B1120 国立広島大学附属高等学校

B1135 岡山県立岡山一宮高等学校

B1150 愛媛県立松山南高等学校

ハサミによる切断音の発生原因について

スマートフォンの画面が割れる要因と割れにくいスマホカバーの研究

小袋調味料開封時の中身が飛び散る原因の研究

12:05 ~ 12:30 フリーディスカッション (休憩)

## C 会場

### 第 1 部 (9:00 ~ 10:10)

C0900 東京都立科学技術高等学校 科学研究部物理数学班

C0915 奈良県立青翔高等学校

C0930 岡山県立倉敷天城高等学校

無人・有人航空機における UFO 型全翼機の研究開発

竹とんぼの翼幅及び翼厚が飛行距離と時間に及ぼす影響についての研究

天空の城から舞い降りるパラシュート

9:45 ~ 10:10 フリーディスカッション (休憩)

### 第 2 部 (10:10 ~ 11:20)

C1010 岡山県立岡山一宮高等学校

C1025 北海道札幌北高等学校

C1040 北海道札幌北高等学校

気圧と加速度の関係

空気砲の構造とコアの速度の関係についての研究

ペットボトルキャップ投げでのキャップの回転の有無とその軌道

10:55 ~ 11:20 フリーディスカッション (休憩)

### 第3部 (11:20～12:30)

- C1120 兵庫県立洲本高等学校
- C1135 愛媛県立松山南高等学校
- C1150 愛媛県立松山南高等学校

12:05～12:30 フリーディスカッション (休憩)

SDGs なロケットエンジンの開発 ～安価でエコに宇宙を目指す～  
慣性モーメントが変化するフライホイールを用いた風力発電  
翼果モデルを用いた回転体の風力発電についての研究

### D 会場

#### 第1部 (9:00～10:10)

- D0900 国立神戸大学附属中等教育学校
- D0915 岡山県立岡山一宮高等学校
- D0930 国立神戸大学附属中等教育学校

9:45～10:10 フリーディスカッション (休憩)

火山灰入りコンクリートの実用性に関する研究  
自転車のスポークの形状と空気抵抗の関係  
より効果的な錨を考察する - 短形板による実験とモデルを用いて -

#### 第2部 (10:10～11:20)

- D1010 国立名古屋大学教育学部附属高等学校
- D1025 熊本県立宇土高等学校
- D1040 国立神戸大学附属中等教育学校

10:55～11:20 フリーディスカッション (休憩)

地球と月の二体系における2次近似の太陽の摂動による月の軌道  
定常波による水の重さの不思議  
溶液を用いたポリ乳酸樹脂の接着方法についての研究

#### 第3部 (11:20～12:30)

- D1120 鳥取県立米子東高等学校
- D1135 国立仙台台高等専門学校広瀬キャンパス
- D1150 石川県立小松高等学校

12:05～12:30 フリーディスカッション (休憩)

テンセグリティ構造の揺れについて  
ガウス加速器の射出速度の材質による違いについての研究  
お椀が移動する現象について

### E 会場

#### 第1部 (9:00～10:10)

- E0900 私立玉川学園高等部
- E0915 国立奈良女子大学附属中等教育学校
- E0930 私立玉川学園高等部

9:45～10:10 フリーディスカッション (休憩)

領域のノイズキャンセレーション  
強力な音場が透過波に与える影響の検証  
人が音の前後を区別できる理由

#### 第2部 (10:10～11:20)

- E1010 愛媛県立松山南高等学校
- E1025 兵庫県立加古川東高等学校
- E1040 岡山県立岡山一宮高等学校

10:55～11:20 フリーディスカッション (休憩)

水入り容器を叩いて揺らすとなぜ音の高さが変わるのか  
糸電話における糸の状態と音の伝達  
クラド二図形と波源の位置に関する研究～偏心クラド二図形の謎～

#### 第3部 (11:20～12:30)

- E1120 西宮市立西宮高等学校グローバル・サイエンス科
- E1135 兵庫県立加古川東高等学校
- E1150 石川県立小松高等学校

12:05～12:30 フリーディスカッション (休憩)

音波消火器において火を消す能力が最も高い音を見つけ出す  
熱音響現象～流動抵抗に着目して～  
弓道における弦音の性質について

### F 会場

#### 第1部 (9:00～10:10)

- F0900 岡山県立倉敷天城高等学校
- F0915 岡山県立岡山一宮高等学校
- F0930 国立神戸大学附属中等教育学校

9:45～10:10 フリーディスカッション (休憩)

すき間風が奏でる音の謎  
ストローの水の吸い終わり鳴る不快音の原因と対策の考察  
スズメの言語コミュニケーションに関する研究

#### 第2部 (10:10～11:20)

- F1010 岩手県立水沢高等学校
- F1025 東京都立科学技術高等学校
- F1040 石川県立小松高等学校

10:55～11:20 フリーディスカッション (休憩)

カーボンマイクの雑音を減らす条件  
授業が受けやすい教室の設計  
反射波の方向と強さの制御についての研究

#### 第3部 (11:20～12:30)

- F1120 鳥取県立鳥取西高等学校
- F1135 熊本県立宇土高等学校
- F1150 私立福岡工業大学附属東城高等学校

12:05～12:30 フリーディスカッション (休憩)

レーザー干渉と合致法を用いた薄膜厚の測定  
ニュートンリングの新たな解析法の開発～1次の明環・暗環は消失していた！～  
ゴムの伸びと熱の関係について～弾性力におけるゴムの復元～

### G 会場

#### 第1部 (9:00～10:10)

- G0900 兵庫県立宝塚北高等学校
- G0915 京都市立堀川高等学校
- G0930 国立広島大学附属高等学校

9:45～10:10 フリーディスカッション (休憩)

小容器に入ったお湯の液面と底面の温度差  
三層構造で考えるニュートンの冷却の法則の拡張  
風レンズの原理を応用した換気効率の向上

#### 第2部 (10:10～11:20)

- G1010 愛媛県立松山南高等学校
- G1025 兵庫県立加古川東高等学校
- G1040 兵庫県立加古川東高等学校

10:55～11:20 フリーディスカッション (休憩)

ケイ効果の発生条件と原理～流体の種類とシャンプーが落下する平面に着目して～  
炭酸の泡が形成するフォームの挙動  
振動する水面に浮かぶ液滴の寿命

### 第3部 (11:20 ~ 12:30)

G1120	私立本郷高等学校	水滴落下後の水面の変動
G1135	宮城県仙台第三高等学校	SPBOS 法と液体の観察
G1150	岡山県立津山中学校	味噌汁がつくる沈殿の模様について

12:05 ~ 12:30 フリーディスカッション (休憩)

### H 会場

#### 第1部 (9:00 ~ 10:10)

H0900	愛媛県立松山南高等学校	グレア現象の発生条件 光学的要因に迫る
H0915	岡山県立倉敷天城高等学校	炎色反応の混色制御
H0930	岡山県立倉敷天城高等学校	光の Wakka

9:45 ~ 10:10 フリーディスカッション (休憩)

#### 第2部 (10:10 ~ 11:20)

H1010	国立神戸大学附属中等教育学校	ハイドロプレーニング現象と表面張力
H1025	私立本郷高等学校	コップから流れる水の形
H1040	岡山県立岡山一宮高校	旗のはためき方と風速の関係を調べ、きれいにはためく方法を考える。

10:55 ~ 11:20 フリーディスカッション (休憩)

#### 第3部 (11:20 ~ 12:30)

H1120	兵庫県立姫路東高等学校	外部磁力の強度による磁性流体のスパイクの形状変化
H1135	富山県立富山中部高等学校	カルボキシラートイオンの変化でコントロールする NaCl 型結晶の形 ~直方体結晶から正八面体結晶へ、正八面体結晶から直方体結晶へ~ 水を使った静電気コップについての研究

H1150 静岡県立科学技術高等学校  
12:05 ~ 12:30 フリーディスカッション (休憩)

### J 会場

#### 第1部 (9:00 ~ 10:10)

J0900	石川県立七尾高等学校	様々な粉体上の液体に刺激を与えた際の現象
J0915	岡山県立岡山一宮高等学校	疑似地震発生装置の製作と液化化現象の観察
J0930	奈良県立青翔高等学校	寒天ゼリーを用いた簡易的な免震装置の教材作成

9:45 ~ 10:10 フリーディスカッション (休憩)

#### 第2部 (10:10 ~ 11:20)

J1010	神奈川県立横須賀高等学校 Principia II YRP 分野	地震予知で日本を救おう!! 一地磁気観測による地震予知の可能性の研究—
J1025	国立東京学芸大学附属高等学校	国分寺崖線下における湧き水に含まれる放射性物質の測定実験
J1040	北海道札幌西高等学校	スーパーセル型人工竜巻の発生過程の再現 第2報

10:55 ~ 11:20 フリーディスカッション (休憩)

#### 第3部 (11:20 ~ 12:30)

J1120	岡山県立岡山一宮高等学校	床発電における床素材と発電量の関係について
J1135	東京都立科学技術高等学校	イオンクラフトの推進力に関する研究Ⅱ
J1150	大阪府立今宮工科高等学校 定時制の課程科学部	微小重力を用いた永久磁石による固体粒子の分離と非破壊同定 第3報 ~「固体版クロマトグラフィー」で微化石をより分ける~

12:05 ~ 12:30 フリーディスカッション (休憩)

### K 会場

#### 第1部 (9:00 ~ 10:10)

K0900	国立神戸大学附属中等教育学校	実験室でのオーロラ発生の原理に基づいたプラズマ観測実験について
K0915	秋田県立秋田高等学校 理数科	天気と高層気圧による $\mu$ 粒子検出頻度の変動について
K0930	京都市立堀川高等学校	安価なガイガーカウンターの作成

9:45 ~ 10:10 フリーディスカッション (休憩)

#### 第2部 (10:10 ~ 11:20)

K1010	国立小山工業高等専門学校 <sup>A</sup> , トライ式高等学院 宇都宮キャンパス <sup>B</sup>	小型サイクロトロン加速器の作製と実験
K1025	私立女子学院中学校	小型宇宙線検出器を用いた超高エネルギー宇宙線の探索
K1040	神奈川県立川和高等学校 <sup>A</sup> , 私立武蔵高等学校中学校 <sup>B</sup>	霧箱と放射線検出器による放射線観測

10:55 ~ 11:20 フリーディスカッション (休憩)

#### 第3部 (11:20 ~ 12:15)

K1120	岡山県立岡山一宮高等学校	氷〇cm で宇宙ゴミは止められる
K1135	埼玉県立川越女子高等学校	散乱線を用いた線量分布の可視化

11:50 ~ 12:15 フリーディスカッション (休憩)



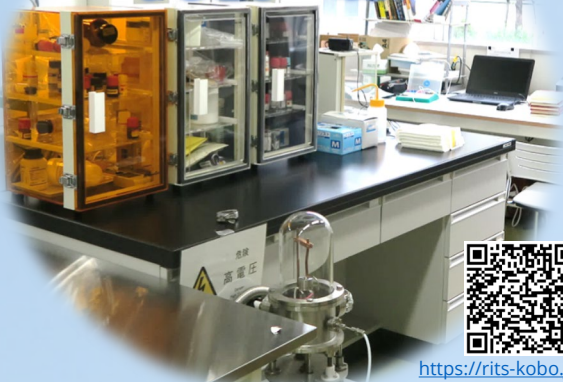
# 立命館大学 理工学部 物理科学科



<https://www.phys.ritsumeai.ac.jp/>

素朴な疑問に向き合う遊び場

## 実験工房



<https://rits-kobo.jpn.org/>

私学唯一の附置放射光施設

## SRセンター



<http://www.ritsumeai.ac.jp/acd/re/src/>

実験工房 立命館

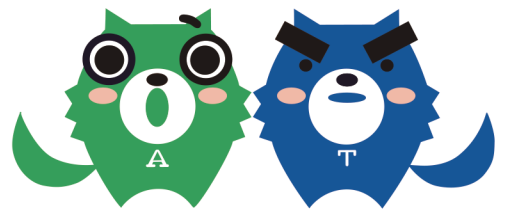


検索

# ボトムアップ型の 自由な学びを 応援します

見学希望などのお問い合わせはこちらまで

[ritsphys@gst.ritsumeai.ac.jp](mailto:ritsphys@gst.ritsumeai.ac.jp)



## 工学部

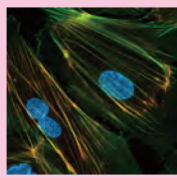
複数の学問分野をバランスよく学べる、  
物理が好きな君へオススメの2学科！

物理を活かして未来の医療を創る！！

### 生体医用システム工学科

- 物理工学
- 電子情報工学
- 生物学
- 医療工学

バイオ  
医工系

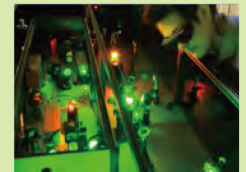
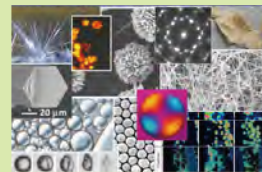
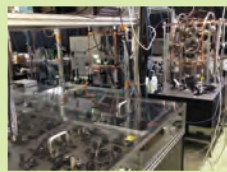
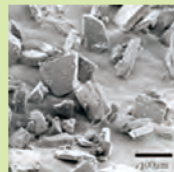


物理や化学の真髄を極める！！

### 化学物理工学科

- 化学工学
- 物理学
- 電気電子工学
- エネルギー工学

エネルギー  
環境  
マテリアル系



## 農工大の入試はちょっと違いますよ！

- 一般選抜（一般入試）
- 学校推薦型選抜（推薦入試）
- 総合型選抜（AO入試）：

「高校生のときに行った、化学や物理学、生物学をはじめとする自然科学に関する実験や調査、情報工学や電気電子工学、数学などに関する特別活動」  
についての **レポート提出と面接** で選考します。



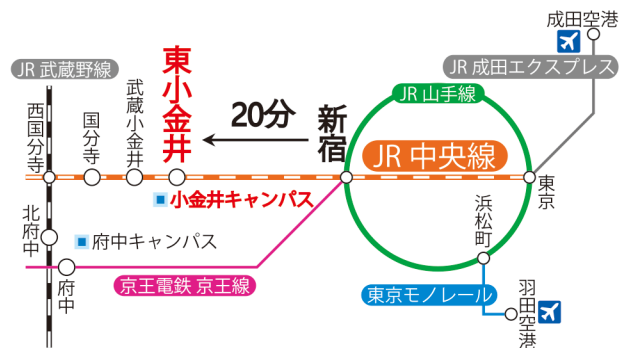
詳しくは、右リンクより **工学部 SAIL 入試案内** をご覧ください

詳しくは学科ウェブサイトを検索！！

生体医用システム工学科



化学物理工学科



重力波

深層学習



超新星爆発

実験室宇宙物理学

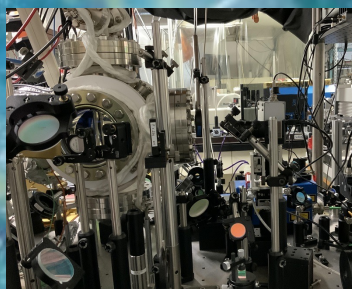
AI

人工衛星「ARICA」



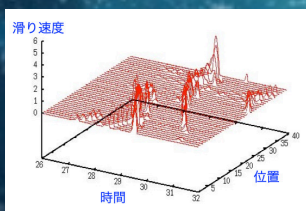
超伝導

ソフトマター



JAXA提供

量子コンピューター



リュドベルグ原子

高分子

生物物理

DNA



地震

ビッグデータ

分子モーター

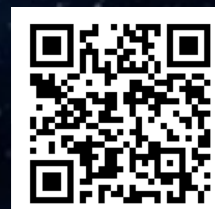
摩擦

強相関

機械学習

# 青山学院大学理工学部物理科学科

2023年7月9日相模原キャンパスにて  
リアルオープンキャンパス開催予定



サイエンスからものづくりまで広く工学を学べる



宮崎大学 工学部 工学科

# 応用物理工学プログラム

ツクル

高性能太陽電池

半導体レーザー

ハカル

量子ナノ構造

X線イメージセンサー

## ハンドータイヨ

ツカウ

宇宙観測

素粒子原子核実験

宮崎大学 応用物理

検索

詳細はこちら →





既読  
12:23

どこか物理やれる良さげな大学ないかなあ？



上智は？

12:23

既読  
12:23

上智は文系の大学じゃねwww



上智にも理工学部あるよ。都心にあるしね。そこが狙い目

12:24

既読  
12:24

まじで？それはえぐいて  
物理学科って聞いたことないね



機能創造理工学科や物質生命理工学科で物理が学べるみたい

12:25



パンフのコピペ貼っとくね

「物理学は自然界を支配する基本法則の解明を目指す学問であり、実験と理論の両面から研究を行っています。その成果は自然法則を理解するだけにとどまらず、**新しい物質や技術の開発**にもつながり、人類の発展を支えてきました。

12:27



現代物理学の研究対象は、量子力学が記述する原子分子のようなミクロな系から、それらが作り出す多様な物質にまで広がっています。」

12:28

既読  
12:29

どんな研究してるん？🤖



主な研究分野は

「宇宙; 素粒子, 原子核; 原子分子; 超伝導; 量子スピン; 量子ビーム; レーザー」

だって。研究が中心の大学院だと物理学領域というらしいよ。

12:31

既読  
12:32

あざす😊上智でも最先端の物理の研究ができるんだね

既読  
12:33

もしかして、ありすは上智目指してん？



まあね。一緒に上智行こっ！😊

12:34





# A 会場

## A0900 反発係数の速度依存性

私立中央大学附属高等学校 代表研究者：日置果歩

現代の競技スポーツでは、用具の性能が競技の成績に強く影響することが知られており、研究・開発が盛んに行われている。用具を効率的に開発し性能を評価するために、競技中にみられる物理現象を解明することは益々重要視されている。特に衝突はスポーツの様々な場面に登場することから、その動特性を理解することは用具開発において極めて重要である。

このような背景の下、我々は衝突を特徴づける量として反発係数に注目した。高校物理の教科書では、反発係数は衝突速度によらず一定であると書かれている。しかしながら、実際の物体は衝突時に変形し、変形量は衝突速度によって異なることから、反発係数も速度に依存すると予想した。そこで本研究では、スマートカートと物体を衝突させ、衝突前後の速度を計測することにより反発係数の速度依存性を調べた。物体には、木材、ゴム、片栗粉、片栗粉と水の混合物、の4種類を用いた。実験結果から、ゴムと木材では、衝突速度と反発係数の間に線形の関係があり、が速いほど反発係数は小さくなった。また、ゴムよりも木材の方が衝突速度に対する反発係数の変化は大きかった。これに対して、片栗粉と片栗粉と水の混合物では、横軸に衝突速度、縦軸に反発係数をとると、1.0m/s付近を頂点とする上に凸の放物線の関係を示すというまったく異なる結果が得られた。このとき、反発係数は片栗粉と水を混ぜたものの方が片栗粉のみに比較して常に大きくなった。これは片栗粉に含まれる空気の高圧縮性や、ダイラタンシー現象が関わっていたと考えられる。

## A0915 高速度カメラを用いた緩衝材による衝撃吸収の測定に関する研究

東京都立八王子東高等学校 代表研究者：飯塚匠磨

本研究では、振り子と、様々な素材を振り子との接触面に取り付けた台車との衝突において、台車に伝わるエネルギーを測定し、素材の反発との関係性について考察を行った。素材の反発及び台車のエネルギー測定を正確に行うため、高速度カメラを用いた。また、反発を測定する際に金属製の振り子を用いることで糸のたるみをなくし、正確な測定結果が得られた。この研究によって、組み合わせた二種類の素材を台車に取り付けるとき、その素材の順序によってより有効なエネルギー吸収が可能であることがわかった。

## A0930 棒の衝突時に生じるエネルギーの損失について

国立広島大学附属高等学校 代表研究者：上廣彩香

共同研究者：中嶋心葉、山田柁奈、山本千尋

本研究では、物体を投射した際に生じる衝突および跳ね返り運動において、衝突時に生じるエネルギー損失がより少なくなる条件を明らかにすることを目的とした。そこで、跳躍動作などで用いられる、起こし回転と呼ばれる運動技法に着目した。起こし回転の先行研究では、バーを用いた基礎実験をもとに運動をモデル化した分析が行われていたが、衝突物の性質の違いによる運動の変化は明らかにされていない。そこで、様々な条件下における棒の跳ね返り運動の違いを見出す必要がある。研究に際して、起こし回転が生じる条件を限定する予備実験を、同一の物体に対して行った。ルール上を滑り落ちた回転棒が地面に衝突して跳ね返る運動を、投射条件により比較した。物体の運動を数値化する尺度として水平飛距離を用い、前進値が大きいものに対して、衝突時のエネルギー損失が小さいと定義した。

実験の結果、入射角が小さい場合には、測定値は前進値を示し、入射角が大きい場合には、測定値は後退値を示した。衝突間の運動を観察すると、回転棒と接地面のなす角度が時間によって変化していた。また、その変化が大きい場合には、回転棒は投射した方向に跳ね上がるということがわかった。予備実験から、測定値が前進値を示した場合の条件に着目し、衝突時のエネルギー損失が少ない運動の条件を調べることとした。

研究を通して、効率の良い運動の変換により、電力などエネルギー消費の削減を目指す。

## A1010 金属板における減衰振動 第三報

私立本郷高等学校<sup>A</sup>、私立本郷中学校<sup>B</sup> 代表研究者：伊藤博哲<sup>A</sup>

共同研究者：平山皓成<sup>B</sup>、藤倉峻成<sup>B</sup>、古井聖二<sup>B</sup>

本研究では、金属板の振動の仕方がどのように決まるのかについて解明するため、様々な条件の金属板の減衰振動の様子を調べる実験を行い、金属板の振動をばねの振動にモデル化し、材料力学の理論を用いることで、減衰振動の仕方を定める金属板の質量、弾性率、減衰係数がどのように定まるのかについて考察した。振動の様子を撮影し、映像を解析することで求めた、長さ、幅、厚さの異なるアルミニウム、黄銅、ステンレスの、振動周期と質量、弾性率の関係、そして時間ごとに減衰する割合を表す時間減衰率と振動周期、弾性率、質量から求めた減衰係数と金属板の長さ、高さ、幅の関係調べた。すると、理論上の式と実験で得た式が一致することから、質量の4分の1のおもりをつるしたばねの振動にモデル化できることがわかった。また、時間ごとの変位の大きさから、金属板は速さに比例する抵抗力と変位に比例する抵抗力を受けて減衰振動することがわかり、長さが小さく、幅が大きい金属板では初めの1往復で、変位の大きさに関係する抵抗力の影響が大きくなるということがわかった。さらに、金属板の振動の仕方を決める弾性率、減衰定数と金属板の長さ、幅、厚さの関係式を得ることができた。そして、弾性率の関係式は金属板の厚さによって、減衰定数の関係式は金属板の材質と長さによって異なることがわかったので、弾性率の関係式は金属板の厚さに、減衰定数は加えての長さで材質に依存すると考えられることがわかった。

## A1025 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 代表研究者：橋口混平

共同研究者：寺本伊織

固有振動数が一致している振り子を横糸に吊るして振動させると、「同期」せずに「共振」が発生する。本研究では、1次元に配列した振り子が「同期」せずに「共振」する仕組みを解明するとともに、2次元に配列した振り子の「共振」の発生原理を探究した。その結果、2次元配列振り子には、1次元配列と同様の「共振」が発生する配列型と、複数の共振が同時に発生して「複合共振」になる配列型が存在することを発見した。

振り子の固有振動数の測定には、動画解析ソフトを用いて振り子のおもりの位置座標の時間変化を数値データとして取得し、Excelの高速フーリエ変換を利用して固有振動数を抽出した。その結果、長さが等しく固有振動数が一致している振り子でも、吊り下げ糸に結んだ振り子の支点が振動することによって、第2の固有振動が発生することを確認した。この第2の固有振動が振り子の第1の固有振動による「同期」を阻害し、2種類の固有振動によって生じる「うなり」が、振り子の「共振」であると結論付けた。

さらに、振り子を正多角形の頂点に取り付けて2次元に配列すると、第3の固有振動が出現する配列型が存在することが確認された。3種類の固有振動の組合せによって、周期が異なる複数の「共振」が同時に発生するとき、振り子は複数の振動変位を重ね合わせた複雑な変位を示す。この現象を「複合共振」と定義し、より複雑な共振現象を分析・解明するための基礎理論を確立することができた。

## A1040 振り子の振幅減少中における周期の公式を、作ろう！～振り始めからの時間と振幅の変化～

北海道札幌北高等学校 代表研究者：渡辺猛雄

共同研究者：山崎広誠、山田雄大、猪股輝生、大沢瑠々花

単振り子を製作し振幅の大きい場合の周期を測定したところ、振り子の測定上の周期と微小振動である単振り子の周期  $T = 2\pi\sqrt{l/g}$  … (式1) との差が、振幅が大きくなるにつれ大きくなった。そこで今回は、その原因として考えられる要素を改善し、新たな振り子装置を製作した。そして振幅の大きい単振り子の周期  $T = 4\sqrt{l/g} K(k)$  … (式2) を、測定した周期と比較する実験を行った。しかしここで測定した周期が式2の周期より小さくなり、ずれが見られた。そこで私達は測定中の振り子の振幅が徐々に小さくなっていくことが式2とのずれの原因であると考え、振り子の最低点の速度を測定し、その速度から1往復ごとの振幅の減少量を求めた。その結果、最初の振幅と振幅の減少割合が分かれば、式2から振幅の減少を考慮した新たな振り子の周期の式を導出し、振れ始めてからのある時間における周期を求められることが分かった。

## A1120 円運動と摩擦を利用した等速落下運動の研究

私立玉川学園高等部 代表研究者：藤本一信

共同研究者：遠藤ひかる

我々は物理の授業で等速円運動の実験を行った際、遠心力をカウンターウエイトとすると吊り下げられたおもりが等速で落下しているように見えた。今回、円運動する物体と糸でつながったおもりは、おもりの重さや実験装置の材質、その他の条件を変えても等速で落下するか実験し、その結果に基づき、等速で落下するメカニズムについて考察を行った。吊り下げられた物体の重さや装置の材料を変えても物体はほぼ等速で落下することが分かった。実験とモデルの考察により、等速で落下するメカニズムは、筒先での摩擦で角運動量が減少し力学的エネルギーを一定の割合で失うが、遠心力と摩擦力と重力が安定に釣りあうシステムなため、安定点から外れてもすぐにもどって回転の運動エネルギーと高さに比例する重力の位置エネルギーが一定の割合で減少することになるため、高さが一定の割合で減少するためであることが分かった。また等速落下するために動摩擦係数が変動すると考えられ実験したがこれはあまり一致しなかった。

## A1135 水面におけるタイヤの溝の比率とブレーキ力の関係性

私立逗子開成高等学校 代表研究者：高取蓮

路面が水でぬれている場合は、タイヤの溝は路面の水を溝内に逃がし、タイヤを接地させることができる。しかし、溝の割合を増やしたことで接地面積が減ると、ブレーキが効きにくくなると考えられる。そこでタイヤの溝の比率とブレーキ力の関係性について研究することにした。このとき、水膜のできた路面がタイヤに対し回転方向と逆向きに与える力の大きさをブレーキ力、またタイヤの接地しうる部分の領域の面積（タイヤの幅×タイヤの直径× $\pi$ ）に対する、タイヤの溝の部分の面積（溝の幅×溝の本数×タイヤの直径× $\pi$ ）の比を、タイヤの溝の比率とそれぞれ定義し、次のような実験を行った。溝の比率の異なるタイヤを5種類用意する。これをモーターに取り付け回転させる。この回転装置を水膜の張った床に押し当て回転を弱める。この様子を撮影し、剛体の回転運動方程式を用いてブレーキ力を算出した。その結果、タイヤの溝の比率が0～37%の範囲においてブレーキ力は大方増加傾向であった。また溝の比率が少なすぎると十分に水を溝内に排出できないため、ブレーキ力にむらができやすく安定性に欠ける。20%あたりにおいてはブレーキ力が減少することが分かった。

## A1150 砂山の斜面の角度は何によって決まるのか

東京都立小石川中等教育学校 代表研究者：落合真悠

今回の研究では、砂山の安息角（自然にとりうる砂の最大傾斜角）について調べるために3種類の実験を行った。実際に自分で実験を行って角度を確かめるとともに、山の形を決めている要素について考察をする。砂山を構成する砂の粒径と材質を変化させる実験、砂山自体の大きさをかえる実験、砂山のつくり方をかえる実験の3種類である。砂山の安息角の定義と測定法はいくつか存在している。また、いくつか測定方法があるうち、今回は自由堆積法（落下堆積法）と、排出法に似た実験方法を考えたもので実験を行った。一般的に砂の安息角は30度～30度後半であるとされる。

実験Ⅰでは、砂の粒径と材質を変化させ実験を行った。最も粒径の小さい山は他の3種類に比べ高く、安息角は大きくなったが、残りの3種類では大きな差は見られなかった。安息角は40度前後となった。

実験Ⅱは実験Ⅰと同じ実験装置を使い、砂を半径の違う円に落とした。砂山の半径の3乗と砂山の重さは比例し、砂山の大きさは安息角に影響しないことが分かった。また、安息角は30度前半から40度前半となった。

実験Ⅲでは、仕切りを引き抜き、砂が流れていった最終的な横の長さ・角度を計測した。仕切りは急いで引き抜く方法とゆっくり引き抜く2つの方法を試した。崩れる砂の勢いが弱い方が砂山の高さは高くなり、安息角も大きくなった。安息角は30度前半となった。

実験方法や使う砂の材質、崩れる砂の勢いによって安息角は異なったが、全ての実験で0.25～0.50mmの砂の安息角は30度台となった。

# B 会場

## B0900 サルバティエコ橋の力と強度の研究

私立花園高等学校（京都） 代表研究者：山中瑞希

共同研究者：今分はな

本研究は、接着剤の必要のない橋として有名なサルバティエコ橋を用いたものである。最初は割り箸で作った橋で人間を支えることができれば面白いという理由で進めていき、何も考えずに橋の中央の割り箸におもりを吊るすとその割り箸以外の割り箸が折れることを発見した。おもりを吊るした部材が折れると予想していたので、予想と反する実験結果に驚いた。このことをきっかけに橋の力学的特性をまとめることにした。内容としてはユニット数3のサルバティエコ橋の力のかかり方や組み方の変化により、部材にかかる負荷がどのように変化するかについて考察を行うといったものである。サルバティエコ橋におもりを吊るしたとき、その荷重は橋が静止状態を保つために循環することがわかった。力の循環に規則が見られ、ある一定の力に落ち着くことがわかり、その値から部材にかかる力を算出することができた。部材にかかる力の大きさと配置から剪断力と曲げモーメントの最大値を考えると、どの部材が破壊されるかある程度説明することができた。上記の仕組みを考慮して組み方を変えることにより、曲げモーメントの最大値を変化させ、橋の強度を強くすることができた。そして、最大曲げモーメントに差が出ることによって破壊される部材が変化することを実験で確かめることができたのでその結果を報告する。

## B0915 バスタブリッジによるピン結合の再現とトラス橋のモデル化

国立東京学芸大学附属高等学校 代表研究者：羽深爽

本研究では、バスタブリッジでのピン結合の再現と、各部材応力の理論値の導出を目的とした。これまでの実験で、ワーレントラス、鉛直材のあるワーレントラス、ブラットトラスを対象に、強度を調べる実験を行い、構造の複雑さが必ずしも橋の強度には繋がらないことがわかり、引張材が多い方がより安定した構造になるのではないかと示唆が得られている。今回は、接合部にホットボンドを使用したバスタブリッジと、小さなゴムを使用しピン結合を再現したバスタブリッジの、壊れる瞬間の様子を比較する実験を行った。結果、トラス構造をバスタブリッジで再現する上で、接合部にゴムを使用する方が適しているのではないかと結論が得られた。加えて、節点法を用いて各部材の応力の理論値を求めることができた。そして、得られた理論式と、実際の実験結果とを照らし合わせて考察を行った。

## B0930 スパゲッティが破断する瞬間の形と破片の数の関係

岡山県立倉敷天城高等学校 代表研究者：藤原哲

共同研究者：佐藤遼紀、米田虎太郎、酒井秀弥

従来、スパゲッティの乾麺の両端をもって折ると、高い確率で3本以上に折れることはよく知られている。しかし、長年それはあくまで経験則的なものであり、Audoly & Neukirch らがこの現象に関して研究を発表したことでメカニズムは明らかになった（2006）。また、MITとコーネル大学の大学院生らのチームがスパゲッティに270°以上のねじりを入えて折ること、スパゲッティが2本に折れることを発表している（2018）。我々は、手でスパゲッティを折ってこの方法を再現している際、この方法は手で容易に行えるものではないと感じた。そこで、手でも簡単に2本に折ることができる方法を発見すること、そのメカニズムを解明することを目的とした。その後、さまざまな方法でスパゲッティを折っていると変曲点が存在する折り方で折ったときに2本に折れやすいことに気が付いた。このような形で折ることを我々は「富士山折り」と名付けた。研究結果として富士山折りでスパゲッティが2本に破断する確率が高くなることが分かった。また、富士山折りでスパゲッティが2本に折れる確率が高くなるのは、富士山折りでは、破断する瞬間のスパゲッティの破断部分の曲がり具合が小さくなることが原因だと考察した。

## B1010 シャー芯は何ミリ出すと折れるのか

岡山県立津山中学校 代表研究者：秋元万穂

本研究は、仁木心音(2019)、「シャーペンの芯が折れる」を科学する～基本的内容に焦点を当てて～の継続研究である。先の研究はシャープペンシルが折れるときの力のモーメント、シャープペンシルの芯と紙との間の角度、筆圧という3つの変数を測定することで、芯が折れやすくなる長さを考察している。先の研究では、芯を男子では5.6mm、女子では12.1mm以上出すと折れやすくなるという結果になったが、同研究の展望にも書かれているように、芯を5.6mm以上出してシャープペンシルを使うことは実生活においてほとんどないという点において妥当性の低い結果となった。そこで、先の研究の方法を1つ1つ見直し精度を高めること、また、ポケットラボの圧力センサーという装置を用いて先の研究とは違う方法での筆圧の測定に試みることを2つのことを行い、より妥当な結果を得ることを目指したのが本研究である。本研究では先の研究と同様3つの変数から芯が折れやすくなる長さを考察し、特に筆圧、紙からシャープペンシルに見立てたガラス棒の後端までの高さをはかる際の精度を高めることに重点を置いた。力のモーメントは先の研究と同じように自作の装置を使用し、筆圧は電子てんびんを、角度は三角関数を使って求めた。これに加えて本研究では、先の研究方法を見直し、ポケットラボの圧力センサーを用いた筆圧の測定を試みた。その結果、シャープペンシルの芯が折れやすくなる値は、より正確な数字となったのではないかと結論づけた。

## B1025 ドミノ倒しの実験

西宮市立西宮高等学校 代表研究者：前本颯太

共同研究者：向井和

私たちは、文化祭でピタゴラスイッチを作ることになり、ドミノを活用する機会があった。しかし、ドミノは一直線に倒れず見世物としては不向きだったため、結局使わずに終わった。この事実から、きれいにドミノを倒すにはどのようにすればよいのか疑問に思ったことが研究動機である。

本研究ではこの経験を通して、どのような条件の下でドミノ倒しを行うと最もきれいにドミノが倒れるのかについて「床の素材がドミノに与える影響について」、「間隔が均一・不均一の違いによるドミノの倒れ方の違いについて」、などの実験を通して研究を行った。また、結果からドミノの動きやその原因について考察し、きれいにドミノを倒すために最適と思われるドミノの倒し方や床の材質を決定した。

本研究より、きれいにドミノを倒すための条件は「床の素材はベニヤ板のように、表面がざらざらしているものの上でドミノを倒す」、「ドミノを押す力はできる限り弱くする」、「間隔は一定にしてドミノを倒す」ことであると考えられた。さらに、ドミノを倒す際は「指で押す」ときれいに倒れるとわかった。また主題ではないが、ドミノをどのような力で倒しても、比較的早いタイミングで終速度に達すると考えられる結果も得ることができた。

これからは、実験回数を増やして考察の信憑性を高めていきたいと考えている。

## B1040 スティックドミノの高さと速さ

私立本郷高等学校 代表研究者：山口慶太郎  
共同研究者：野本峻平, 金子誠宏, 井上秀音

本研究ではスティックドミノというアイスの棒のようなものを規則正しく組んで手を離すと勢いよく連鎖していくという現象について、棒1本に着目して棒が地面から離れてからの軌道を調べることで原理を考察した。調べていくと、棒は隣り合っている棒が弾き飛ばされるまで等加速度運動をすること、弾き飛ばされる時斜め上向きに斜方投射されていることがわかった。これらことから、棒にかかる垂直抗力や反発力は隣り合っている棒が弾き飛ばされるまで釣り合っているが、隣り合っている棒が弾き飛ばされると上向きにかかる力のほうが大きくなり、スティックドミノを持ち上げる力がかかると考えられた。

## B1120 ハサミによる切断音の発生原因について

国立広島大学附属高等学校 代表研究者：妹尾紗良  
共同研究者：中野千早音, 中原鈴葉, 篠原龍之介

ハサミで紙を切断したときには音が生じる。この音はどのような原理で発生しているのか疑問を持った私たちは、ハサミによる切断音の発生原因を解明すべく研究を始めた。ハサミの刃の形状と音の大きさとの関係を調べるため、次のような予備調査を行った。刃の形状の異なる鋼製のハサミを三つ用意し、それぞれのハサミで紙を切断するときの音を録音した。録音データを解析ソフトでスペクトルグラフに変換し、三つのグラフを比較することでハサミごとの特徴を調査した。結果は、三つのグラフの形状に明確な差はみられなかったが、切断中に音の大きさが変化していることが分かったので、ハサミの刃のどの部分で音が大きくなるのかを調べる本実験を行った。本実験では、ハサミの先端・中・根元と区別し、区分のどこで音のピークが現れるのかを調べた。ハサミで紙を切断するときの音をdBグラフにし、区分ごとのdB値のピークの数調べた結果、ハサミの先端から最も大きな音が出ていることがわかった。先端で大きな音が出る要因として、切る部分ハサミの先端に向かうにつれ、ハサミに加える力が大きくなっていくからではないか、と考察した。また、ハサミの刃が紙に接する面積も要因ではないかと考えた。今回の実験では、手でハサミを操作したため、ハサミに加える力が一定ではなく、正確な検証ができていない。今後、より正確な条件制御を行うため、さらなる実験方法や装置の改良を考えている。

## B1135 スマートフォンの画面が割れる要因と割れにくいスマホカバーの研究

岡山県立岡山一宮高等学校 代表研究者：多田佳生  
共同研究者：野上真広, 永島康成, 村山喜一

本研究では、スマートフォンの画面が割れる原因の解明と割れにくいスマホカバーの考案を目標に設定した。質量と形をスマートフォンに似せた物（以下、「自作スマートフォン」と呼ぶ）を実際に落として実験を行い、スマートフォンが画面から落ちるメカニズムについての考察を行った。我々の実験装置とカメラを用いてスマートフォンが地面に落ちるまでの運動を捉えることができた。このときスマートフォンが地面に落ちるまでの運動に影響を与えている値は、物体の中心からはみ出した長さのみであることが分かった。

## B1150 小袋調味料開封時の中身が飛び散る原因の研究

愛媛県立松山南高等学校 代表研究者：小椋咲季  
共同研究者：島本瑛吾, 野中真志

小袋調味料を開封すると、中身が飛び散る時がある。本研究では、その現象が起きる原因の解明を目的として実験を行った。まず、市販の小袋調味料を切断する時の様子をハイスピードカメラで撮影した。その結果、中身が飛び散る瞬間は液溜めを切断した時<飛散①>と、小袋調味料が完全に切断されたとき<飛散②>の2回であることが分かった。

今回は<飛散②>に着目し、実験を行った。市販の小袋調味料と同様のサイズで自作した小袋調味料モデルを用いてハイスピードカメラで撮影し、その振動数を比較した結果、振動の様子や振動のパラつきに違いがないことを確認した。

横幅の長さを0.005m間隔で変えた五種類の自作モデルを使用し、同様に撮影してそれぞれの振動数を比較した。すると、横幅が長くなるほど振動数が小さくなっていったことから、片持ち梁による振動数の関係式と近似していると考えた。しかし、実験結果から、横幅と振動数の関係式は一次関数に近似した関係式となった。この違いは、ポリプロピレンシートのヤング率が十分小さかった事や、形状が完全な梁でなかった事により起きたものだと考える。

今後は、測定できていない横幅の振動数を測定して、一次関数関係の妥当性を検証するとともに、小袋調味料の横幅や、材質、内容量などが小袋調味料の振動数との関係式にどう影響するのか調べていく。また、<飛散①>の原因についても実験手法を考えて実験を行い、小袋調味料の中身が飛び散る原因について解明していきたい。

# C 会場

## C0900 無人・有人航空機における UFO 型全翼機の研究開発

東京都立科学技術高等学校 科学研究部物理数学班 代表研究者：一柳良  
共同研究者：石田晋也

本研究では、設計した円盤型無人・有人航空機の性能を調べ、ドローンや空飛ぶ車として新規参入することを最終目的とし、円盤型の横風の強さと空力について研究を行った。機体を回転・傾斜させて風洞実験を行い、揚抗比の減少の少なさを円盤型翼の横風の強さが確認できた。また、3Dモデルのデータをシミュレーションにかけ、3Dモデルの機体解析や空気の流れを調べた。

## C0915 竹とんぼの翼幅及び翼厚が飛行距離と時間に及ぼす影響についての研究

奈良県立青翔高等学校 代表研究者：多田倫  
共同研究者：中野綾乃, 寺村直人

本研究では、翼幅及び翼厚を変更して作製した竹とんぼをモーターにより一定の力で飛ばす。その時に記録した映像と計測した飛行時間から翼幅と翼厚が飛行に与える影響を数値化する。

## C0930 天空の城から舞い降りるパラシュート

岡山県立倉敷天城高等学校 代表研究者：植田成美  
共同研究者：大賀鈴矢, 神崎さくら, 草野実咲

パラシュートをきれいに着地させるために、十字型パラシュートに着目し、着地地点のズレ、平均の降下速度の関係性を明らかにした。十字型パラシュートの十字の一辺の長さを変化させ、平均の降下速度を求めた。また、一般的に使用される八角形パラシュートと十字型パラシュートを同時に降下させ、八角形パラシュートに対する十字型パラシュートのズレの比率を求めた。実験の結果、十字型パラシュートの十字の一辺が80～140cmの時、八角形パラシュートよりズレにくく、降下速度も遅くなった。よって、この条件をきれいな着地に適している条件と判断した。

## C1010 気圧と加速度の関係

岡山県立岡山一宮高等学校 代表研究者：江見颯  
共同研究者：川島碧央, 上溪偲之, 岡崎光希, 荒木良太

本研究では、密閉したパイプ内の気圧を変化させ、そのパイプ内で物体を自由落下させた。その様子をハイスピードカメラで撮影し、解析することで、気圧と物体の落下運動との関係について考察を行った。ただし、実際にa-tグラフを作成し、関係を導こうとした結果、データのばらつきが激しく、単純に気圧ごとで加速度の比較をするのが困難であることがわかった。ここで、運動方程式に視点を切り替えることで、加速度と空気抵抗の関係式を導くことができた。よってこの関係式から、気圧と物体の加速度を知るためには、空気抵抗を求める際必要である比例定数kに着目すれば良いことが分かった。

## C1025 空気砲の構造とコアの速度の関係についての研究

北海道札幌北高等学校 代表研究者：堀川優太  
共同研究者：青野康志郎、浅井彩那、片岡優悟、伊藤稟乃

昨年から、空気砲を射出した時に、孔から飛び出す空気塊である「コア」の速度を決定する条件について研究している。今年は、新たに空気砲の構造、特に孔の直径と空気砲の体積に着目し、異なる空気砲において、コアの速度を測定した。その結果、コアの速度は、空気砲に加わる力学的条件のみではなく、空気砲本体の構造、また速度を測定する位置によっても変化する、更に孔の直径、空気砲の体積の値には、コアが最も速くなるための最適値が存在することが分かった。また、射出された後のコアの速度変化の様子を調べたところ、コアは、孔から出た後すぐに原則するのではなく、多くの場合一度加速してから減速することが分かった。

## C1040 ペットボトルキャップ投げでのキャップの回転の有無とその軌道

北海道札幌北高等学校 代表研究者：岡田悠仁  
共同研究者：木村歩自寛、林あずみ、三和航晴

一般に円盤は回転をかけて飛ばすとよく飛ぶ。このことがペットボトルキャップでも成り立つのかを調べるため、キャップの回転、初速度、発射角度を変えられる発射装置を作製して実験を行い、キャップの軌道の変化の原因について考察を行った。その際キャップの回転の有無と発射角度に注目し、前方投影面積と上方投影面積という考えを用いるとキャップの回転数が多くとよく飛ぶとは限らないことが分かった。

## C1120 SDGs なロケットエンジンの開発 ～安価でエコに宇宙を目指す～

兵庫県立洲本高等学校 代表研究者：太田吏一  
共同研究者：先田敏之、木戸沙織、眞野海凜、中川裕太

本研究では食品に含まれる糖を燃料とし、9気圧、4.5L以下という限られた条件の中、糖を用いた実用的なロケットエンジンの開発を行うために、2020年度から研究を行ってきた。高校生でも容易に入手でき、安全でしかもECOな材料で作られるロケットを実用化できないかと考え、取り組んできた。酸素供給のチューブの内径を広げることに、G型エンジンに相当するエンジンを開発することに成功した。このエンジンを用いることで数kgの重量のロケットを数百mまで打ち上げることができる。これにより、実用的なエンジン開発に成功したといえる。

## C1135 慣性モーメントが変化するフライホイールを用いた風力発電

愛媛県立松山南高等学校 代表研究者：村上晴文  
共同研究者：森星七翔、神野絢音、楠原采留

我々は風力発電の電力の安定を目指し、慣性モーメントが変化するフライホイールをプロペラに取り付け発電に应用することを考案した。このフライホイールは内部にばねと鉄球を取り付けており、回転による遠心力で鉄球が移動し、慣性モーメントが変化する。

本研究では、風力を弱めたときの電力の変化率が小さいことを安定しているとし、慣性モーメントが変化するフライホイールと変化するフライホイールをそれぞれ用いた風力発電において、慣性モーメントとプロペラの回転、及び電力の関係について実験、考察を行った。鉄球の可動上限が異なるフライホイール3種類と、鉄球を固定し慣性モーメントが変化するフライホイール2種類の電力の時間変化を測定した。その結果、慣性モーメントが変化するフライホイールを用いることで、従来のフライホイールを用いたときよりも電力の安定を確認することができた。また、慣性モーメントが変化するフライホイールの中でも、鉄球の可動上限が最も大きい、つまり慣性モーメントの変化が最も大きいフライホイールの発電が最も安定することがわかった。

さらに、回転開始直後と送風機を停止してから回転停止するまでについてより詳細に実験を行い、どのタイミングで慣性モーメントが変化しているのかを確認した。このことから、慣性モーメントの変化が早すぎるということが分かったため、今後の実験では、ばね定数を大きくするなど改善することが必要である。

## C1150 翼果モデルを用いた回転体の風力発電についての研究

愛媛県立松山南高等学校 代表研究者：叶響喜  
共同研究者：鴻上瑛望、八尋大蔵

ある日、空中を回転しながら落下する翼果を発見した。その際、翼果の羽の形状を風力発電に応用できないかと考えた。先行研究では、翼果型ブレードを用いた風力発電では、最適条件があることが分かっている。その最適条件を解明し、効率の良い風力発電を目指すために本研究を行った。今回は三つの実験から、ブレードの形状と発電量の関係について考察を行った。実験①(台形のブレードを用いた実験)の結果から、ブレード面積と発電量の間には比例関係が見られる。これは、羽の面積が増えると風を受ける部分の面積が増え、羽の回転が早くなったからだと考えている。実験②(重心を揃えたブレードを用いた実験)では、実験①で、ブレードの面積が変わると重心が変わるとの指摘を受けたため、重心を揃えた長方形のブレードを用いて実験した。実験結果から、ある一定の数値を境に数値が上昇から減少に転じているため、ブレードの面積と発電量の間には最適条件が存在することが分かった。実験③(表面にやすりを付けたブレードを用いた実験)では実物の翼果の表面がザラザラしていることから、バイオミメティックの発想でブレード表面に粗さの違う紙やすり三枚とコピー用紙を貼り、四種類の粗さのブレードを作成した。実験結果から、紙やすりなしのブレードが最も効率よく発電することが分かった。これは、紙やすりの表面の凹凸が空気抵抗を受け、その分発電量が下がったからと考えている。今後は、ブレード表面を縦溝や横溝などの形状に加工し、ブレード表面の形状と発電量の関係も探していきたい。

# D 会場

## D0900 火山灰入りコンクリートの実用性に関する研究

国立神戸大学附属中等教育学校 代表研究者：金星陽夫

コンクリートの原料の1つである砂は、将来的な枯渇が懸念されている。砂を削減するために調査した結果、ローマ時代の古代コンクリートには火山灰が含まれていたことを知った。活火山は日本全国に存在し、安定的な火山灰の供給が見込める。現代コンクリートでもこれが有用であれば、枯渇問題も解決するのではないかと考えた。通常コンクリートは砂利:砂:セメント=3:3:1に水を加えて乾燥させることで製造できる。砂を鹿児島県桜島産の火山灰で①置き換えていないもの②25%置き換えたもの③50%④75%⑤100%の計5種類を設定し試験片を制作した。完成後1kgのおもりを何度も落下させ壊れた回数を記録し、現実的な強度を保ちつつ最大限火山灰を配合できる種類について考察した。

その結果、②25%配合は①配合していないものとはほぼ同じ強度(約13回)を示し、③50%配合は約10回との結果が出た一方、④75%と⑤100%は①②の1/3以下(約4回)と大幅に低下した。

強度の低下具合から、③50%がコンクリートの強度を大幅に低下させることなく最大限火山灰を含める(=砂を削減する)ことができる最も適切な配合だと判断した。

その後も別の破壊方法で実験を行い、50%火山灰入りコンクリートは一般的なコンクリートと強度の面で大差ないと分かった。本研究により、強度を維持したまま枯渇が迫る砂を温存でき、また火山灰を有効活用できるため、持続可能な建材供給に近づけることが可能だと結論付けた。

## D0915 自転車のスポークの形状と空気抵抗の関係

岡山県立岡山一宮高等学校 代表研究者：平口碧紋  
共同研究者：西田翔一、岡崎大輝、中上隆太、藤澤宗馬

自転車通学をする中で向かい風が吹いたとき、進みづらく感じることもある。それを改善できないかと考えていた時、スポーツ用自転車はホイールやスポークの形状を変えることで空気抵抗も大きく変わるという研究を見た。抵抗軽減策の1つとして、スポークフィンというものがある。そこで、通学用自転車にスポークフィンを取り付けた場合、どれだけ影響があるのか研究しようと考えた。ホイールだけの状態にした自転車をひっくり返して、前タイヤを回転させ、回転が止まるまでの速度と時間をビースピを用いてフィンをつけてない時、直角三角形のフィン(高さ1cm、3cm、5cm)をつけた時の値をそれぞれ計測した。その結果を散布図に表し、スポークフィンの形状によって減速率にどのような違いが生まれるのかを調べた。自転車のシャフト部分の摩擦が大きく影響を与える直線部分と空気抵抗の影響が大きい曲線部分に分け、曲線部分を2次の多項式、直線部分を1次式で近似値を出し、曲線部分の式と直線部分の式の切片の差の平均値を算出し、空気抵抗の値を求めた。最も空気抵抗が小さかったのはスポークフィンがついていない状態の時で、最も空気抵抗が大きかったのはスポークフィンの短辺の高さが5cmの時であった。自作したスポークフィンをつけて空気抵抗が大きくなり、短辺の高さを大きくするほど空気抵抗が大きくなるということがわかった。今後はスポークフィンの高さや素材を変えたり、横風や向かい風を当てた時にどのような結果になるのか調査する。

## D0930 より効果的な錨を考察する - 短形板による実験とモデルを用いて -

国立神戸大学附属中等教育学校 代表研究者：平野舜介

錨は大古から現在もお船を停めるために用いられている。しかし、錨がどのようなメカニズムで船を停めているのかは未だ説明されておらず、どのような錨がより効果的に船を停めるのかも分かっていない。昨年は、実際の錨の形状を再現した模型について、効き具合を測定する実験を行ったが、それぞれの形状が複雑であったため、考察は一般化出来なかった。また、実験の再現性が低いことも問題であった。そこで、今年は錨を単純化し、L字型短形板に対する実験から効果的な錨がどのようなものか考察した。錨を等速で引張るときにかかる力を把駐力、計測した把駐力の最大値を最大把駐力、それを重さで除したものを把駐係数と定義し、幅や重さ、錘の位置を変えた短形板の効き具合を評価した。実験にはフォーステスターを用いて、昨年よりも正確な記録が取れるように工夫した。その結果、幅を大きくしても把駐係数は大きくならないこと、錘の位置を変えると最大把駐力・把駐係数が大きくなることが分かった。さらに、実験で見られた錨の挙動と把駐力の変移を示す把駐曲線から、錨の引張過程が大きく3つの区間に分けられることを発見し、最大把駐力が観測されるときを力学的にモデル化した結果、上記実験の結果に概ね当てはまる式が得られた。これらの結果から、より効果的な錨は面積の小さいシャンク、重いフリュークが必要だと考察した。

## D1010 地球と月の二体系における2次近似の太陽の摂動による月の軌道

国立名古屋大学教育学部附属高等学校 代表研究者：笹俣爽

共同研究者：稲垣智華

地球と月の二体系で考えた場合、月の軌道は地球を焦点とする楕円になる。観測データを楕円のモデルにフィッティングすると、月が近地点にあるとき、地心距離がモデルの値に比べてかなり小さいものがある。本研究では、この原因が太陽の重力である可能性に着目し、月の運動を地球の他に太陽を含めた三体系で考察した。しかし、三体の質点系の運動は、一般に解析的に解くことは不可能とされている。そこで、我々はこの系を地球と月の二体系に太陽の重力が摂動として加わっていると考えることで、2次近似の月の軌道を求めた。解析の結果、地心距離の極小値が半年の周期で変化する事が分り、観測データにおける地心距離の極小値の時間変化を説明できた。また、地球と月の二体系に太陽の潮汐力が影響して月の軌道が変化していると解釈できることが分かった。

## D1025 定常波による水の重さの不思議

熊本県立宇土高等学校 代表研究者：舩田崇光

共同研究者：宇都宮有貴、梅川元鶴、岡田尚大、水野隼、安田陸人

我々は、水が入った水槽を運ぶ際、波が起こると手に周期的な負担がかかり、運びにくくなることを体験した。そこで、水槽（水波実験器）に定常波をつくり、水槽の重さを調べたところ水槽（水波実験器）に定常波をつくり、水槽の重さを秤で調べたところ、水面波の振動数よりも高い振動数が発生することがわかった。そこで、定常波の波長の長さを変化させ、水槽の重さとの周期的な関係性を調べた。その結果、針の振れの周期は、水面波の波の周期の半分、つまり、水槽の重さの振動数は、水面波の定常波の振動数の2倍であることがわかった。さらに、振動する液体の重さより、静時の液体の重さより大きい値を示すことがわかった。これは、揺れる液体の重さは本来の重さより重たくなるため、トラックが輸送する液体の振動によって、トラックのサスペンションのリーフスプリング（板バネ）への負荷やタイヤの摩耗などに影響があることを示唆している。

## D1040 溶液を用いたポリ乳酸樹脂の接着方法についての研究

国立神戸大学附属中等教育学校 代表研究者：林里奈

本研究では、ポリ乳酸樹脂（以下、PLA）に着目した。PLAは植物由来のプラスチックで生分解性があり、環境負荷の少なさなどから今後さらなる需要の拡大が期待される。近年では3Dプリンターの材料として使用されているが、PLA専用の接着剤は販売されていない。そこで、溶液を用いた接着方法を検討することとした。本実験で用いた溶液はアンモニア水（28%）、アセトン、エタノール、酢酸エチルである。3Dプリンターを用いて作成したポリ乳酸樹脂加工物を試験片とし、各溶液を接着面に滴下した。結果、酢酸エチル、アセトンの順に接着の効果が現れ、アンモニア水、エタノールは全く接着しなかった。理論的な計算をもとに実験結果からExcelを用いて計算、考察を行った。今後アセトンに着目してさらなる実験を行いたいと考えている。

## D1120 テンセグリティ構造の揺れについて

鳥取県立米子東高等学校 代表研究者：加藤貴也

共同研究者：寺井千夏、堀江奈生、松本直樹

本研究では、引張材一本のテンセグリティ構造の揺れを測定し、テンセグリティの揺れと構造の関係について調べ、考察を行った。テンセグリティ構造は、1968年にKenneth Snelsonによって発明された構造であり、その後R.Marks, R.B.Fuller)によって命名された。テンセグリティ構造の定義については一般に「互いに接しない圧縮材と、張力の導入される連続な引張材で構成されるピン接合構造である」と定義されている。ただしよく知られていることであるがテンセグリティ構造の定義についてはかなりの任意性がある。テンセグリティ構造は外観の面白さや軽やかさが魅力で近年注目されているものであり実際に建築物や芸術品に用いられつつあるが、その応用例は未だ少ない。応用例が少ない理由としてはまず揺れなどにより不安定で安全性に問題があることが挙げられる。テンセグリティ構造の揺れは微小で周期が短いため、センサーを使い観測期間を短くすることで揺れの変位を正確に捉えることができた。このとき測定された揺れについて単振動モデルを考案し、そのモデルの数式を用いて計算したところ、引張材一本のテンセグリティ構造の揺れは単振動であることがわかり、引張材の本数に応じて、テンセグリティ構造が単振動をするかしないかが作成前からわかるようになった。

## D1135 ガウス加速器の射出速度の材質による違いについての研究

国立仙台高等専門学校広瀬キャンパス 代表研究者：蝦名海

共同研究者：菊地晟太郎、安達晴基

磁力を使った加速器の1つにガウス加速器がある。ガウス加速器とは鉄球を1列に2つ以上ならべ、その鉄球の前に磁石を設置した装置のことである。私達はガウス加速器の速度コントロールを目指して、射出速度に影響を与える要因と考えられる、「磁石の数」、「飛ばす球の材質」、「飛ばす球の個数」を変化させ、それぞれについてどのような変化が見られるかを研究した。その結果、予想通りに、これら3つの要因は射出速度に影響を与えることがわかった。しかし、射出速度は上記3つの要因で決定される物では無く、その他の要因も射出速度に大きな影響を与えている、ということもわかった。例えば磁石数を増やしたときは、射出される速度が単調に変化するわけではなく、また、飛ばす球の材質やその数を変えたときも、速度が単調に変化するわけではなかった。これについては球に働く摩擦力や、磁石を増やした時に摩擦力も増えていること、エネルギーの伝達効率、球の直径の違いなどが関係していると考えられる。このことから、射出速度のコントロールについては、これらの要因についても研究が必要だ、という結論に至った。今後はこれらの要因が射出速度に与える影響を研究し、最終的にはソレノイド等の電磁石を使用し、電流のみで射出速度のコントロールを目指していきたいと考えている。

## D1150 お椀が移動する現象について

石川県立小松高等学校 代表研究者：布川莉久

共同研究者：田中惺、坂井琴音、本谷佳乃子

本研究では、味噌汁のお椀が机の上を動く現象の原理を調べるため、お椀に入れる水の量を変数にしてお椀が動き出すまでの時間を測定した。また、動かないときにはお椀の下の液膜の状態を調べた。実験の結果、水の量と動き出すまでの時間には相関性がないということが分かった。また、動き出すためには液膜が一定の厚さを上回る必要があると考えられる。

# E 会場

## E0900 領域のノイズキャンセレーション

私立玉川学園高等部 代表研究者：牧田惟杜

音のノイズキャンセルについては、イヤホンは商用段階にあるが領域のキャンセリングについてはまだ商用製品はない。本研究は、音源から発生する音をマイクで拾い、その音と逆位相の音をスピーカーから発生させて音を打ち消す装置の開発である。先行研究では、ポータブル拡声器を使用し音を打ち消す実験を行ったが、音を打ち消すことはできなかった。私は先行研究の実験が成功しなかった原因は、マイクが音を拾ってから、拾った音をスピーカーが出力するまでの時間にずれがあるからではないかと考察し実験で確認した。私は1000Hz～2500Hzの周波数帯まで正確に同期するマイクとスピーカーとアンプを見つけ、打ち消し用のスピーカーを板に9個（3行×3列）、人の頭をすべてカバーできる大きさで設置したスピーカー平面アレイにしたノイズキャンセリング装置を製作し、実験を行った。その結果、消える場所と消えない場所があった。この結果を基にさらに考察し検証実験を行っているところである。

## E0915 強力な音場が透過波に与える影響の検証

国立奈良女子大学附属中等教育学校 代表研究者：黒川陸

本研究では強力な音場が空気中で媒質的な境界として振る舞い、そこへの入射波の反射や透過の減少が起きるかどうかを検証することを目指した。一般的に音波の反射は音波が二つの媒質の境界を進行する際に、固有音響インピーダンスの差異によって起こる。ここで、強力な音場内では固有音響インピーダンスの増減に相当する変化が生じると予想し、そこへの入射波の反射や透過の減少が起きると考えた。

強力な音波の音場内で固有音響インピーダンスが変化していることを調べるために、超音波振動子を104個用いて形成した強力な音場に別の音波を入射させたところ、その透過波の減少をオシロスコープで確認することができた。また、FFTで計算した周波数ごとの電圧から本実験での振幅透過率を得た。

今回の結果は強力な音場がそこへの入射波を反射させる可能性を示しているため、今後は反射波を直接測定する実験を行いたい。また、強力な音場からマイクへの影響を減らすために、今後の実験ではロックインアンプ等を使用して透過波を正確に抽出する工夫を施そうと考えている。また、今回の報告では音場の音圧が最小のときと最大の時の2パターンしか検証していないので、その間の音圧ではどのように透過率や反射率が変化しているのか調べたい。

## E0930 人が音の前後を区別できる理由

私立玉川学園高等部 代表研究者：高野澤杏奈

人間は普段、真正面または真後ろから聞こえる音を区別して生活をしている。左右からの音は時間差や左右の音量差によって区別をつけられると考えられるが、同じ間隔を空けた真正面と真後ろから出た音は、時間差も音量の差もないのに、真後ろから発生した音に対して反応し振り向ける。先行研究では人が前後の音を聞き分けられる要因について被験者によるアンケート調査が行われているが、被験者の音の認識のアンケート結果をデータにしているため、実際に耳の位置での音の違いと被験者自身の音の認識の個人差が区別つきにくい。今回、人の認識の影響が出ずかつ人の耳と同様になるように頭蓋骨モデルに人の頭と同じくらいの粘土とシリコンの人工耳介をつけた頭部モデルを作製して、耳の中に入る小さいコンデンサーマイクを入れてホワイトノイズを聞いたときのスペクトルの前後の差について測定した。その結果、音源の真ん前と真後ろの違いをスペクトルの差としてとらえることができた。この測定結果に基づき、モデルを考察し、実験と理論のシミュレーションをおこなったところ、ある程度説明がつくことがわかり、人が音の前後を聞き分けられる理由は、頭部側面の前後の端で音が反射し開管の気柱のようになることで側面の音圧分布に周波数ごとの特徴が生まれ、耳が頭蓋骨の前後中央から後ろ寄りであることから、前向きと後ろ向きで振動数ごとに音圧に差が生まれスペクトルの差として区別できるからだと考えられる可能性があることがわかった。

## E1010 水入り容器を叩いて揺らすとなぜ音の高さが変わるのか

愛媛県立松山南高等学校 代表研究者：友井彩人

共同研究者：楠野銀兵、泉希美

本研究では水を入れた容器底面の固有振動数の変化について実験を行った。先行研究では静水時の容器底面の固有振動数については式を導いているが水が揺れる影響については考察がなされてはいない。本研究ではこの水が揺れる影響について考察を行う。まず、観察を行いどのような現象が生じているのかを確認した。容器内の水を揺らすと様々な水面波形が生じ、容器底面の固有振動数は必ず大きくなった。容器底面の振動の様子を知るためシミュレーションを行った。結果、振動の腹は容器中央部にあることが分かった。次に水の量と固有振動数との関係調べた。結果、水の量が多くなるほど容器底面の固有振動数は小さくなった。また、容器の角度と固有振動数の関係調べた。結果、容器の傾きが大きくなるほど固有振動数は大きくなった。さらに水面の波形がどのように関係するのかを調べた。この実験では水面の様子を固定して行いたいので寒天を水の代わりに用いようと考えた。まず、寒天が水のモデルとして妥当かどうかの検証を行った。円柱状の寒天を作成し、実験1と同様の実験を行った。先行研究の理論と寒天による実験結果を比較すると、水と同傾向の結果が得られたため、寒天は水のモデルとして妥当だと考えた。次に様々な形状の水面波形を想定した寒天モデルで実験を行った。結果、寒天の形状に関係なく寒天中央部の高さが高くなるほど固有振動数は小さくなり、両者には相関が見られた。これらの結果から容器中央部にかかる圧力によって容器底面の固有振動数が決定すると考察をした。

## E1025 糸電話における糸の状態と音の伝達

兵庫県立加古川東高等学校 代表研究者：大原慎矢

共同研究者：田中大貴、日浦咲織、松本真弦、深山昊晴

糸電話とは、二つの筒状の容器の底膜同士を糸によって繋ぎ、一方からの声を他方に届ける装置である。予備実験で糸電話はコップ間の距離に対して0.5cm～1.0cm程度糸がたるんでいる状態のほうが音がよく伝えるということが分かったので、糸のたるみと音の伝達の関係について調べた。実験の中で、たるみの変化に伴って伝達音の音圧だけでなく入力側で測定される音圧も大きく変化することを観測したので、その原因について調べた。伝達側に音が伝わらないようにした糸電話では、入力音の変化はほとんどみられなかった。そのとき音が伝達側に届きそこで反射することがなかったので、入力音の変化は、伝達側の底膜での反射音との干渉に起こるものだと考えられる。また、糸の長さとも大きく音が伝達するたるみ量との関係調べた。2種類の長さの糸を用いてたるみの変化と伝達音の音圧の大きさを調べる実験を行った結果、それぞれ違うたるみ量で音圧のピークが現れた。今後は底膜での反射による入力音の変化も反映させて仮説検証を行う方法を確立していきたいと考えている。

## E1040 クラドニ図形と波源の位置に関する研究～偏心クラドニ図形の謎～

岡山県立岡山一宮高等学校 代表研究者：金尾一輝

共同研究者：武田海秀、長尾祐哉、宮川竜成

本研究はクラドニ図形の波源の位置の違いによる規則性を見つけ出すことを目的として行った。クラドニ図形とは板をスピーカーなどで振動させた際に板の上に見える定常波を可視化したものであり、聞き慣れない名前とそのきれいな模様に興味を持った。円形や正方形の板を使用し、波源を板の中心としたものが過去の研究には多く見られたが、波源の位置を変えたものは見つからなかったので、我々は本研究を行うことにした。本実験を行う上で最適な条件を設定するために、波源を板の中心に固定した状態で板の大きさや周波数を変えた予備実験を行った。その結果、本実験では直径が20[cm]の円形のアクリル板を使用することにした。波源の位置を円の中心から0.5[cm]ずつ変化させ、それぞれの模様を観察した。その結果、波源の中心からの距離が1.0[cm]～4.0[cm]のときは、図形に大きな変化が見られた。また左右対称の図形が見られた。一方4.5[cm]～10[cm]の間ではいずれも円の中心を取り囲むように8枚の花びら型で共通していた。これは波源の位置により、円の端までの距離が異なり、それに応じて定常波の節の位置が決まるからだと考えられる。

## E1120 音波消火器において火を消す能力が最も高い音を見つけ出す

西宮市立西宮高等学校グローバル・サイエンス科 代表研究者：川野理旺

共同研究者：近藤頼太、竹中純音、中村英奈

本研究では「音波消火器において火を消す能力が最も高い音を見つけ出す」ということを目的とし、振動数の変化による火を消す能力の評価を行った。振動数を変化させ、音をろうそくの炎に当ててその様子を観察した。実験を通して音が炎を傾けるといふ事象または変化がないという結果が確認された。その結果から私たちは、炎を傾ける振動数の音は火を消す能力を持っていると仮定した。その上で、ろうそくの炎を傾ける振動数の範囲を調べた。そして、音が炎を傾けた角度を測定し、角度が大きいほど火を消す能力が高いと考え評価を行った。また、ろうそくの炎が傾く原因についても研究を進めており、音波消火器の開口部で起きている物理事象の解明につながると考えている。

## E1135 熱音響現象～流動抵抗に着目して～

兵庫県立加古川東高等学校 代表研究者：中宮僚希

共同研究者：大路拓弥、竹内晴信、濱邊太郎、藤原侑飛

熱音響現象とは、気体に熱を加え温度差を生み出すことで、気体分子の自励振動を促し、音波を発生させる現象である。この現象で発生する音(=音エネルギー)を活用することで、発電や冷却など様々な用途に活用させることができる。私たちはこの現象をより少ないエネルギーで(=より低温で)、かつ、より単純な装置で起こすことができれば、熱音響現象を利用した発電を行う際、家庭廃熱などの少量の熱からでも手軽に発電できるのではないかと考えた。そこで、本実験では先行研究の記述から、流動抵抗に着目することで、より低温での熱音響現象の実現を目指した。結果として、管内の流動抵抗が小さくなればなるほど、より簡単に熱音響現象が起こることが判明した。しかし、現象の安定性や実用性などの課題点は多い。これからの研究においては、理想的なスタックの詰まり具合を模索していく中でより社会的意義のある装置の開発を目指し、持続可能な社会の実現に大きく貢献したいと考えている。

## E1150 弓道における弦音の性質について

石川県立小松高等学校 代表研究者：西出孝正  
共同研究者：上田梨紗, 藤田怜那, 米田一翔

弓道には弦を離した際に出る弦音という音があり、その音には弓道経験者によって判断される良し悪しがある。そこで、良い弦音と悪い弦音の周波数スペクトルを調べると、どちらにも共通して 234 Hz にピークが見られた。本研究ではこの 234 Hz の音の発生要因について弓の振動、弓が接触する音、弦の振動に注目して仮説を立て、実験を行った。まず、弓の固有振動数を調べたところ、30 Hz であることがわかり、ピークの音の要因ではないと考えられる。次に弦と弓の接触について、弦と弓の接触部分にスペーサーを装着した場合の音の周波数スペクトルを調べたところ 234 Hz のピークが見られたため、弦と弓の接触もピークの音の要因ではないと考えられる。最後に弦の振動について、弦の基本振動を求めると 55 Hz であることがわかった。このことから 234 Hz の音の要因は弦の 4 倍振動ではないかと考えた。ここで、弦を持つ位置に注目すると、4 倍振動の腹とほぼ一致することがわかった。また、先行研究では、弦を弾いた位置が腹となる倍音が多く含まれると述べられている。このことから、ピークの音の要因は弦の 4 倍振動による 4 倍音であると考えられる。

## F 会場

### F0900 すき間風が奏でる音の謎

岡山県立倉敷天城高等学校 代表研究者：稲葉晴紀  
共同研究者：伊藤暖琉, 田中誠悠, 田村咲羽

我々は、窓のすき間を通る風により音が発生することに興味を持った。本研究では、①この現象のメカニズムを解明すること、②この現象を用いて曲を演奏することの 2 つが最終目的である。

本研究にあたり、実験を行うために実験装置を製作し、すき間風による音を再現することに成功した。

先行研究により、振動数を変化させる変数は、すき間の「厚さ」と、すき間を通る風の「風速」であることが分かっている。しかし、本研究において、変数を「風速」、すき間の「幅」、すき間を作る板の「厚さ」の 3 つを設定して実験を行った結果、振動数を変化させる変数が「風速」のみであることが分かった。さらに、風速が大きくなるほど振動数も大きくなることが分かった。また、本研究では、音が発生するメカニズムについて、窓のすき間を通った後に発生する「カルマン渦」が関係しているという仮説を立てて実験とシミュレーションを行った。その結果、すき間風による音が発生した条件のシミュレーションではカルマン渦が発生し、音が発生しなかった条件でのシミュレーションではカルマン渦が発生しないことが分かった。したがって、すき間風による音はカルマン渦によって発生していると考えた。

### F0915 ストローの水の吸い終わりに鳴る不快音の原因と対策の考察

岡山県立岡山一宮高等学校 代表研究者：菅崎瑞希  
共同研究者：鶴島一威, 白神太一

本研究では、ストローの水の吸い終わりに鳴る「ズズ」という不快音の原因について考察した。我々はその不快音の原因がストローの中に流れる液体の流速によるものであると考え、流速が速いほど不快音が大きくなると仮説を立てた。太さの違う 3 種類のストローとサイフォンの原理を用いて同じ力で水を吸い上げ、それぞれのストローの流速と音の大きさを計測した。結果はストローが太いほど流速は速くなったが、3 種類とも音の大きさはほとんど変化しなかった。次に吸う力を変化させて流速を変えたところ、吸う力が強いほど音は大きくなった。つまり単に流速のみが不快音に関係しているわけではなく、不快音は液体を吸う力が関係していることがわかった。

### F0930 スズメの言語コミュニケーションに関する研究

国立神戸大学附属中等教育学校 代表研究者：増田咲希

2022 年 10 月 2 日～6 日、11 月 9 日～26 日の間、兵庫県南部でスズメの朝鳴きはじめる時刻を記録し、ソナグラムに基づいて分類した。また、第一声から 3 分間で「複数羽が鳴いている状態」の声と、「一羽鳴き」の声を区別し、その中で分類したそれぞれの音声の割合を求めた。朝その結果、単体で鳴いている状態の鳴き声のソナグラムと複数羽が同時に鳴いている状態の鳴き声のソナグラムの文様に違いがあることがわかった。一方、第一声の前とその後の対話中に今回の実験で分類した音声をしたところ、第一声の前に流した音声に対する返答はなかった。よって秋から冬の朝において、単体で鳴いている状態と複数羽が同時に鳴いている状態の鳴き声に違いはあるが、それは特定の個体に向けて発するものではないと考えられる。結論として、言語的意味は少ないが、日の出前のスズメの鳴き交わりは存在するといえる。

### F1010 カーボンマイクの雑音を減らす条件

岩手県立水沢高等学校 代表研究者：佐々木桜  
共同研究者：小野礼司, 千田梨央, 埴崎紗梁

我々はトーマス・エジソンが発明した、特別な電子回路を必要とせず少ない電力で稼働できる「カーボンマイク」に目が留まった。この特徴を生かし災害時や停電時にも活用できる簡易型の通信機を実用化させることができるのではないかと考えこの研究を始めた。カーボンマイクの仕組みは、炭素が価電子を 4 つもつ対電子であるため電子が移動しやすく電流を流す性質を持つ。よってグラファイト構造をもつ炭素粉に振動を加えると炭素の電気抵抗が変化し声を電気信号に変換することができるというものだ。しかしカーボンマイクは雑音が目立ってしまう。それを踏まえ今回我々はこの点に着目し、雑音を減らすことを目標として炭素の種類と大きさを変えて実験を行った。

### F1025 授業が受けやすい教室の設計

東京都立科学技術高等学校 代表研究者：出嶋賢太郎  
共同研究者：内田陸斗

本研究では、生徒データが与えられたとき、より快適に授業を受けることの出来るクラスを設計するためのアルゴリズムを作成することを目標に研究を行った。そのために生徒と座席の関係視力についてと聴力について分け、それぞれ評価する方法を考案し、python を用いてプログラムを作成し実行した。またその評価の値を重みと見て最大重みマッチング問題を用いて最適な座席配置を求めた。また、前回の研究との比較を行った。

### F1040 反射波の方向と強さの制御についての研究

石川県立小松高等学校 代表研究者：中谷武寛  
共同研究者：桶谷一心, 桑村陽, 原英生

本研究では、平面波を単なる平らな反射板ではなく、3D プリンターを用いて作成したのこぎり型反射板(写真1)、凹凸型反射板(写真2)に送り、その反射波の様子をスマートフォンを使ってスローで撮影し、どのように反射をしたのかや反射波の強さについて考察を行った。その結果、のこぎり型反射板では、1 度反射をして左側へ行く反射波と 2 度反射をして右側へ行く反射波があることがわかった。また、それぞれの経路差を求め、強めあい、弱めあいの条件式を導くことができた。左右どちらに反射波を集中させるかを制御することもわかった。凹凸型反射板では、回折が起きていることがわかった。のこぎり型反射板と同様に、経路差を求め、特定の方向における反射波を強める条件式を導き出した。

### F1120 レーザー干渉と合致法を用いた薄膜厚の測定

鳥取県立鳥取西高等学校 代表研究者：室永響  
共同研究者：尾崎一郎, 角脇弘明

本研究は、野田・本庄(2021)が製作した薄膜厚測定器を改良し、干渉計測による薄膜厚の測定精度の向上を試みたものである。改良前の測定器は、波長 635nm(赤色)の半導体レーザーとレーザー強度計を用いて、光の入射角を変数として薄膜厚の測定を目指したものであった。しかしながら、この測定器は、用いるレーザーの波長が 1 種類のため、薄膜厚の推定はできるものの、決定はできないという欠点があった。そこで、波長 532nm(緑色)と波長 450nm(青色)を加えて、3 種類の光の干渉計測を行い、合致法で薄膜厚を決定する手法を考案した。この結果、薄膜厚の測定精度の向上に成功した。なお、試料には、膜厚が既知の SiO<sub>2</sub> 薄膜付きのシリコンウェハーを用いた。

## F1135 ニュートンリングの新たな解析法の開発～1次の明環・暗環は消失していた！～

熊本県立宇土高等学校 代表研究者：森俊太郎  
共同研究者：田中志晃，佐田孝士，黒木大雅

スライドガラスを重ねて指で押さえると、円や縦縞の模様が見えたことから、同じ原理のニュートンリングに興味を持った。暗環を出現させるためにねじで調整し観察すると、リングが中心から湧き出るように出現することに気付いた。また、 $m=1$  次付近に暗環が出現しないことも不思議に思い、原因を調べた。ニュートンリング装置は新たに新調し、光源には Na-D 線を用い、測定時は環の直径  $D$  をデジタルノギスや顕微鏡を用いて測定した。その結果、測定したデータは精度が比較的高いにもかかわらず、ねじの圧力によってレンズに歪みや沈みが生じ、レンズの曲率半径  $R$  の値に大きくなればつきが出ることで、そして、何番目の暗線かが特定できないことがわかった。そこで、任意の暗環と暗環の本数  $n$  に着目し、三平方の定理を利用することで規則性のある定数  $C$  が求まることを発見し、これを「環間隔定数」と名付けた。この  $C$  値を求めることで、歪み補正を行わなくても  $R$  を正確に求めることができたため、これまではない新たなシステムを考案できた。これにより、レンズの歪みや沈みがあっても、 $C$  値により、曲率半径  $R$  を正確に求められようになった。さらに、暗環半径の任意の2点以上あれば曲率半径を求められ、この  $C$  値の比較は、曲率半径の精度指標になることもわかった。ニュートンリングは、干渉縞をしっかりと観測できる安定性があるため、ピクセル値計測によって、曲率半径の精度向上も期待できるため、精度の高い曲率半径だけでなく、安価で、精度高い波長測定装置にもなると考えている。

## F1150 ゴムの伸びと熱の関係について～弾性力におけるゴムの復元～

私立福岡工業大学附属城東高等学校 代表研究者：山下沙菜  
共同研究者：平山拓弥，佐藤凌平

天然ゴムの弾性力における持続的な利用に向け、グー・ジュール効果という「温めると縮む」といったゴムの特異的な性質に着目し、研究を行った。グー・ジュール効果はエントロピーに由来する性質であり、これまで熱とゴムの伸縮の関係について熱学的性質が明らかにされてきた。本研究ではくたびれたゴムを用いてグー・ジュール効果後の弾性力の変化を調べ、ゴムの復元について考えた。その結果、グー・ジュール効果なしのゴムと比べて、くたびれさせた後グー・ジュール効果をはたらかせたゴムにおいては伸長時の温度に関係なく一時的な弾性力の復元が確認された。ただしその後の弾性力の保たれ方については伸長する環境の温度が影響を与えることも分かった。

## G 会場

### G0900 小容器に入ったお湯の液面と底面の温度差

兵庫県立宝塚北高等学校 代表研究者：山下巧

小容器内のお湯 ( $70^{\circ}\text{C}$ , 200mL) の冷め方について、2つの実験を通して検証した。液面付近と底面付近の温度をデータロガーを用いて1分ごとに観測することで、詳細なデータを得ることができた。実験1では、紙コップに入れたお湯の冷却の様子を Excel でグラフ化すると、曲線形のグラフが得られた。これは液面の蒸発による潜熱が原因であるという仮説を立てた。実験2で、油を浮かべて蒸発をなくしたピーカーと何も浮かべなかったピーカーとを比較した。すると、何も浮かべなかったピーカーの液面、底面間の温度差が実験1での紙コップに比べて明らかに小さかった。そこで、蒸発量と液面、底面間の温度差に着目して、実験3で、300mL、500mL のピーカーで同様の条件の実験を行ったところ、液面の表面積が大きいほど、液面、底面間の温度差は大きくなった。このことより、蒸発量が大きいほど、液面付近の温度低下が激しくなり、液面と底面との温度差が大きくなることを明らかにした。

### G0915 三層構造で考えるニュートンの冷却の法則の拡張

京都市立堀川高等学校 代表研究者：日沼純香

熱交換が行われている2つの物体間で行われる温度変化について、実験値とのずれがほとんど見られない、新しい近似式を発見した。 $70^{\circ}\text{C}$  の水を室内に置き、温度データロガーを使用して、室温と水温を同時に測定した。従来の近似式は  $\Delta T = A \exp(-at)$  の形であり、ニュートンの冷却法則と呼ばれている。 $\Delta T$  は温度差、 $A$  と  $a$  は係数、 $t$  は時間を示す。これは2つの物質間で行われる温度変化について一定時間内に動く熱の量は  $\Delta T$  に比例するということを表している。水温から室温を引いて求めた  $\Delta T$  をニュートンの冷却法則にあてはめるところ、高温側で大きすぎることが見られた。ずれを定量化したところ指数関数で表すことができた。結果として、 $\Delta T = A \exp(-at) + B \exp(-bt)$  の形の近似式を発見した。式の形から2種類の熱交換が行われていると考えられる。 $B$  と  $b$  は係数である。このため形式的に、水と、その付近の空気と、それ以外の空気との三層構造になっているとみなせる。大学で測定された鉄塊の冷却実験のデータ (Maruyama and Moriya, Int. J. Heat Mass Transf. 164 (2021) 120544) において、室温との差が  $200\text{K} \sim 300\text{K}$  からの冷却でも、発見した近似式との誤差は概ね  $\pm 1\text{K}$  であった。このため、この式は水の蒸発や対流及び湿度とは関係ない普遍的なものであると言える。

### G0930 風レンズの原理を応用した換気効率の向上

国立広島大学附属高等学校 代表研究者：柳田理登  
共同研究者：内田華菜乃，福田彩佳，益田開成，吉田一弥，和田宗也

近年、新型コロナウイルスの感染拡大によって換気が重要視されるようになってきている。そこで、本研究では特定の空間における換気効率を向上させるシステムの開発を目標にした。その達成のために「風レンズ」という風力発電機の発電効率をよくする機構に着目し、その原理を応用することにした。風レンズはつばを持つ集風体であり、風車の周りに取り付けることによって風車後方に低気圧部を作り出すことができる。それによって、風車に当たる風が増幅させ発電効率を向上させることが可能である。私たちは、最終的には風レンズの「風を増幅させる機能」を活かし、換気の効率を向上させたいと考えている。

まず、私たちは「現状の換気システムの性能」、「空間内における気体の流れ」を把握しておくべきであると考え、風速風量計を用いて本校の教室の換気扇の風速を計る予備調査と、教室の縮尺模型を用いた予備実験を行った。予備調査では換気扇の風速を計ることにより本校の教室の換気扇の特徴を解明することができたが、より正確な値をとるため現在もデータを取集中である。模型による予備実験では、教室と同じ比率に揃えた縮尺模型を自作し、模型内に煙を流して煙の流れを観察し分析した。今私たちは、これらの調査、実験により教室の換気システムについて把握している段階である。本研究を進めて、感染症対策に必要な換気における1つの有効な手段になることを期待している。

### G1010 ケイ効果の発生条件と原理～流体の種類とシャンプーが落下する平面に着目して～

愛媛県立松山南高等学校 代表研究者：黒光英太  
共同研究者：保氣口太陽，八木悠太

ケイ効果とはシャンプーなどの非ニュートン流体を細く垂れ流した時に、落下面に跳ね返る現象のことである。本研究では、ケイ効果と粘弾性との関係を明らかにすること、ケイ効果が発生しない流体の速度で、ケイ効果が発生させる方法について調べる事を目的とした。まず、粘弾性の異なるシャンプーを用いて、ケイ効果の発生回数を調べた結果、ケイ効果の発生の有無に差が生じた。レオメーターで物性値を調べた結果、ケイ効果の発生条件に粘弾性が関係していることが分かった。また、ケイ効果が発生しない流体の速度で、シャンプーが落下する面を一定の速度で往復運動させることでケイ効果が発生することが分かった。発生原理として、シャンプーが溜まる位置が移動することにより形成された坂に、シャンプーが落下することでケイ効果が発生するという仮説を考えた。

### G1025 炭酸の泡が形成するフォームの挙動

兵庫県立加古川東高等学校 代表研究者：本宮佑  
共同研究者：菅原陽穂，押部良祐，小嶋蒼士，脇山北斗

自宅で気軽に泡まで楽しめるビールが発売されている。缶の内側にある素材を塗布することで多孔質化し、きめ細やかな泡を作り出しているらしい。ビールの泡のような泡の集合体は「フォーム」と呼ばれる。平衡状態のドライフォームについてはある程度理論が確立されてきているが、動的な泡、特にウェットフォームについては未だ分かっていないことが多い。私たちは安定的に泡を製造することができるビール缶を用いて、炭酸の泡がフォームとして振る舞うときの挙動について、大きさ別の個数分布が時間経過とともにどのように変化するか分析した。時間経過による泡の挙動を観察した結果、泡のないスペースに極小の泡が発生し、その泡は周囲の泡との合体を経て、ある程度大きさに達すると消滅することが確認できた。また、消滅により生まれたスペースに新たな泡が生まれることが分かった。大きな泡が小さな泡と合体して数が減少し、その泡が消滅すると小さな泡が生まれるというこのサイクルに、私たちは食物連鎖との類似点を見出した。実験結果から得られたグラフと食物連鎖を数理モデルとして表した「ロトカ・ヴォルテラ方程式」のパラメータを調節し制作したグラフとを比較した結果、類似した特徴が存在することを発見した。



## G1040 振動する水面に浮かぶ液滴の寿命

兵庫県立加古川東高等学校 代表研究者：迫田悠牙  
共同研究者：尾崎穂実、藤崎大地、本宮侑、吉村総一郎

私たちは水面に落とした液滴が一体化せずに、暫く液面上で持続するという現象について研究している。私たちは液滴が液面に一体化するまでの持続時間に着目し、液滴の長寿命化を目標としてこの研究を始めた。先行研究では液滴と液面の間にある空気層の観測に成功していた。この空気層が液面と液滴の一体化を妨げており、空気が空気層に安定して供給されることで液滴の寿命が大きくなると考えた。先行研究と同様の流水実験を行った結果、流水上では静水上と比較して寿命が大きく、水面の流れは液滴の寿命に大きく影響することが分かった。しかし流水実験では再現性の確立が困難であった。そこで発振器を用いて液面に波を発生させ、波の振動数を変えることで液面付近の気体の流れを操作してその時の寿命を計測した。液滴の挙動を  $v-x$  グラフで表し、凹型のメニスカスに落とした時と比較することで力学的に説明することができることが分かった。液滴は力を受けたときにバウンドする。振動数を上げると液滴が受ける撃力が大きくなる。これに伴い、液滴と水面の間に空気が供給され、液滴の寿命も長くなると考えられる。だが、およそ 40Hz で寿命を最大となり、それよりも振動数を上げると寿命は小さくなっていった。この理由については、波長と液滴の大きさ関係を調べることで説明を試みたが、未だよく分かっていない。

## G1120 水滴落下後の水面の変動

私立本郷高等学校 代表研究者：前田啓嘉  
共同研究者：小塚啓太、柿内優尚

液滴が液面に落下すると一瞬のうちに様々な現象が連続して発生する。液体が水滴に衝突した瞬間に水冠のような形ができるミルクラウン現象はその一例である。ミルクラウン現象は液体の種類などを変えて様々な研究がされてきた。しかし落下によってできた空洞の不規則な変形（以下「揺れ」という）やその後に行ける水柱の変形、分裂などについての研究は少ない。しかし、水柱の分裂に代表される液体の微粒化はさまざまな工業製品内で実際に起っている。よって我々は水柱を中心としたこれらの現象に着目し、その関連について液体の動きをもとに調べることにした。

実験では水を用い、ビデオカメラで撮影をして解析を行った。まず揺れの発生条件を計算によって求め、適当性を確認した。次に揺れと他の現象との関連について調べると、揺れの有無によって水柱の形が2種類に分けられることがわかった。具体的には水柱の太さの変化率が揺れの有無によって異なっている事がわかった。また水柱は細くなったあと分裂するが、水柱が発生してから分裂するまでの時間は揺れの有無とは関連が見られず、水滴を落とす高さに比例していた。これらのことから水柱の太さは揺れと関係し、変動する水柱の太さと水柱の分裂の関係は単純ではないことがわかった。

## G1135 SPBOS 法と液体の観察

宮城県仙台第三高等学校 代表研究者：齋藤駿明  
共同研究者：鈴木聖人

### 1. 背景、目的

流体の研究には高価で大掛かりな装置が必要であるが、学校の実験室のような場所でも実験ができるように、比較的实验装置の構造が単純である SPBOS 法に注目した。今回の研究では SPBOS 法で密度勾配を検出・可視化することによって液体内部の動きを観測できるか確かめることを目的とする。

### 2. 実験

1. スクリーン、水槽、カメラの順に並べる。
2. 水槽の壁面に温度計を付け、常温水を入れる。
3. カメラで撮影。
4. 水槽中で熱湯を噴射する。
5. 噴射開始後 27 秒を 3 秒間隔で撮影。撮影と同時に温度を計測する。
6. 画像を解析する。

### 3. 結果、考察

密度勾配が検出された場所と、温度変化が観測された場所は同じであった。そのため、SPBOS 法によって液体内部の動きを観察できる可能性が増した。

### 4. 展望

今回は熱湯を噴射して実験したため、水の流動によって密度勾配ができ、それが検出された可能性がある。噴射しないで実験をした際、密度勾配の検出と温度変化が対応するか調べたい。

### 5. 参考文献

赤塚 純一、永井 伸治、本阿弥 眞治

Background Oriented Schlieren 法に基づく密度勾配の可視化法の改良  
Miyabi1456 見えないものを見る、家庭でできる流体可視化 BOS 法  
<https://qiita.com/Miyabi1456/items/b8250a370787016f8117>

## G1150 味噌汁がつくる沈殿の模様について

岡山県立津山中学校 代表研究者：水野悠希

本研究は、味噌汁の温度や鍋の底の直径、入れるものの密度を入力変数とし、それぞれと味噌汁がつくる模様の有無との関係について、考察したものである。その結果、鍋の底の直径は味噌汁がつくる模様の有無に影響を与えないことと、温度と入れるものの密度は模様の有無に影響を与えることが予想されたが、入れる具材と模様との関係性は見出す事ができなかった。

# H 会場

## H0900 グレア現象の発生条件 光学的要因に迫る

愛媛県立松山南高等学校 代表研究者：渡部真也  
共同研究者：渡辺斗真、高石遼旺

私達は複数の光源の光が交錯することで周囲の物体の視認が妨げられるグレア現象に興味を持ち、その光学的要因を究明するため、本研究を行った。先行研究より、その要因の一つがまつ毛における回折現象によるものであることが示されているが、まつ毛による回折光以外の要因については検証されていない。そこで、本研究では詳細に分析するため、光源と観測者の間にある遮光物、観測者のまぶた、瞳孔、まつ毛に焦点を当て、これらをカメラに3Dプリンターで作製した眼の構造モデルを取り付けた装置で検証を行った。その結果、遮光物により生じる光像は光源の視直径に対して2倍ほどしか広がっていないが、まつ毛や瞳孔では光源の視直径に対して50~100倍の大きさの光像が発生した。また、顔をしかめた際の想定してまぶたの上下間距離を縮めた場合と通常時では光像に違いがあったことから、顔をしかめた際は光像にまぶたの影響があることが分かった。さらに、回折の理論式を用いたシミュレーションで得た画像が実験で得られた光像と酷似していたことから、これらは回折現象によることが確認できた。グレア現象のモデル実験では、瞳孔やまつ毛についての検証でみられた像と同様のものが物体の視認を妨げていることが分かった。以上より、まつ毛だけでなく、瞳孔や顔をしかめた際のまぶたで生じる回折光が、グレア現象の原因であることが分かった。今後は、床や壁からの反射光や光源と観測者の間に窓ガラスや水滴、メガネなどによって生じる影響について検証し、グレア現象を低減する方法を提案したい。

## H0915 炎色反応の混色制御

岡山県立倉敷天城高等学校 代表研究者：木村凌  
共同研究者：大山達仁、濱口真輝、中島悠樹

本研究では、二種類以上の物質を混合した際の炎色の变化を定量的に測定し、炎色反応で青色を再現することを通して混合する物質の比の変化と炎色の变化との関係の定量的な考察を行おうと試みた。炎色はワイヤレス分光計を用いてスペクトルを測定し、それをxy表色系に変換して評価した。5種類の金属の炎色を測定し、xy色度図を用いるとCs,Sr,Cuの炎色を用いば青色を再現できると分かったため、それらの金属塩であるCsCl,SrCl<sub>2</sub>,CuCl<sub>2</sub>を実験に使用することに決定した。xy色度図の座標の値には加算性があるため,CsCl,SrCl<sub>2</sub>,CuCl<sub>2</sub>を物質質量比が1:1:1となるように混合したときの炎色のxy色度図上での座標はCs,Sr,Cuの炎色のxy色度図上での座標点を結んでできる三角形の重心の座標と一致するという仮説を立てたが、実際の炎色の座標は重心よりもCuの炎色の座標点に近づく結果となった為、原因を探るためにCsCl,SrCl<sub>2</sub>,CuCl<sub>2</sub>のうちCsClとSrCl<sub>2</sub>,SrCl<sub>2</sub>とCuCl<sub>2</sub>,SrCl<sub>2</sub>とCsClの三組で混合比を変化させたときの炎色の变化を観察した。CsClとSrCl<sub>2</sub>の組み合わせではSrの炎色が、残り二組の組み合わせではCuの炎色がより強く観察された。これは二種類の物質のうちより沸点の低い方がエネルギーを受け取りやすいためにより多くの金属イオンが炎色反応を起こしたためである可能性があると考えている。青色の再現や物質の混合比と炎色の变化との関係の定量的な考察は出来ていない。

## H0930 光の Wakka

岡山県立倉敷天城高等学校 代表研究者：渡邊日茉莉  
共同研究者：大西裕宇，岡本美雨，小出充隼，田中成，松井權人

私たちは光の回折によって発生する彩雲を見た。その美しさに感激し、それを私たちの手で再現できないかと考え、本研究を開始した。これをアクリル板と水滴を用いて試みた。すると、光源を中心にした同心円状の色づきが見られた。我々は、これを光の Wakka と名付けた。はじめ Wakka は回折によって発生していると考えた。しかし、Wakka は色の並びが回折とは異なり光源側から赤、黄、青の順番になっており、これは屈折と同じ順であることがわかった。そこで、Wakka は屈折によって発生しているという仮説を立て、それを検証することを本研究の目的とした。まず、単色光 Wakka とアクリル板についた水滴の半径の時間経過における変化を観察した。水滴の半径は変化せず、楕円状になっていく一方、Wakka は徐々に小さくなった。ここで、回折とした場合に矛盾が生じ、Wakka は屈折によって発生していると考えられる。更に、屈折は起こらず回折のみが発生する状況では Wakka は発生せず、Wakka に酷似している色が逆である現象を観察され、それを Ring と名付けた。Wakka は回折のみが起こる場合に発生しなかったため、Wakka はやはり屈折によって発生していると結論づけた。そこで、水滴の形状が関係する、独自の Wakka 発生モデルを提案した。本研究は、光の分野の学習の導入に使うことで生徒の興味、関心を高めることができるとともに、今後光分野の発展に寄与できると考えている。

## H1010 ハイドロプレーニング現象と表面張力

国立神戸大学附属中等教育学校 代表研究者：牛嶋諒

路面が雨などで濡れている際に、回転するタイヤと道路との間に水膜ができ、車と道路との間に摩擦力が失われ、車のコントロールができなくなってしまう現象、ハイドロプレーニング現象が高速道路などでしばしばおこり、重大な事故につながるケースがある。現在でもタイヤなどには工夫がなされていることが多いが、道路の路面上にはあまり工夫がされていないと思われた。

本研究では、主に表面張力の基礎的な研究を行い、それを実際の道路やタイヤに応用し、ハイドロプレーニングの発生の減少につながるかどうかを考察した。

今回は以下の実験を行った。

実験 1 水滴の温度の違いによる表面張力の変化

実験 2 紙やすり（道路の表面だと見立てた）の粗さによる水滴の面積の変化

実験 3 振動による水滴の面積の変化

実験 4 紙やすりを傾けたときの水滴の流れ方

これらの研究から、様々な要因が道路上の水に影響を及ぼすと分かった。詳しい内容は当日発表する。

## H1025 コップから流れる水の形

私立本郷高等学校 代表研究者：高橋礼  
共同研究者：河原崎雄真，鹿野健裕，林志優

コップから水を流したとき、流れ出た水が筋を形成しぶつかり合うことで、ある特徴的な形が形成される。その特徴的な形をリングと呼んだが、水をぶつけ合わせた時に水を噴射した向きとは垂直に広がっていて、また流れ出た液体は筋と筋がある一点でぶつかり、その後縦に広がりまた一点でぶつかり、そして横に広がってまた一点でぶつかるという性質を持つ。ここでなぜ水をぶつけ合わせた時に水が噴射した向きとは垂直に水が広がり、またリングが発生する条件とは何かを示すことを目的とした。また、自作の実験装置を使って水の筋と筋をぶつけ合わせ、そのときに発生するリングの太さや、それぞれの筒から流れ出る水の流れる速度、筒と筒の間の距離と、筋と筋がぶつかり合う衝撃の、力積の大きさを算出して、水の広がりによつたような影響を与えるかとの関係を調べたところ、力積の大きさは筒と筒の間の長さ按比例することが分かった。

## H1040 旗のはためき方と風速の関係を調べ、きれいにはためく方法を考える。

岡山県立岡山一宮高校 代表研究者：三木大典  
共同研究者：矢用拓，小林晃，金谷真之，森脇玄一郎

私達がこの研究をやることになった背景は、運動会やオリンピックで掲げられる旗に対してせっかくの行事であるというのに、きれいにはためいていない時がとて多いことを残念に思ったことである。なので、きれいにはためいている旗を増やすことで、そのような一大イベントを少しでもより良いものにしたと思い、どのような風を当てたら旗をきれいにはためかせることができるだろうかと考えたことが研究の背景である。この研究の目的は、風速を変えることによって旗をきれいにはためかせるといふものである。仮説は、風速が大きければきれいほど旗はきれいにはためくとした。この研究では指定したきれいの範囲内に旗が収まっていれればきれいはためいていいるものとして定義した。実験方法は旗に風を当て、旗のはためき方と風速の関係を調べた。結果は横視点では風速が大きくなるにつれて範囲外に出る回数が少なくなり、上視点では風速が大きくなるにつれて範囲外に出る回数が多くなった。周期に関しては風速が大きくなるにつれて小さくなっていった。結論は風速が 6.0m/s ~ 7.0m/s の範囲で旗が最もきれいにはためくとした。結論より、風速は大きくなるにつれて旗はきれいにはためくようになったと言えるが、風速 7.0m/s を超えると上視点では定めきれいの範囲内に収まらなくなったので、仮説は正しくなかった。今後はデータ数を増やし実験の正確性を高めるとともに、ボールの太さなどの別の条件での実験を行っていく。

## H1120 外部磁力の強度による磁性流体のスパイクの形状変化

兵庫県立姫路東高等学校 代表研究者：志村実咲  
共同研究者：菅原楓，陰山麻倫，松田理沙

磁性流体を磁場の近くに置くと、その磁力線の流れに沿って磁性流体から角が生えたとような突起が形成されるスパイク現象という特徴的な現象が起こる。磁性流体の平面に対して上下方向に磁場を加え、臨界磁場に達すると、磁場の方向に沿って盛り上がりスパイクを形成する。スパイクは、磁性流体表面における磁場の強さと表面張力、重力のつり合いによって盛り上がり、一定の高さ以上にはならない。7~8mT で生じた円形のスパイクは、外部磁力を強くしていくにつれて円形から六角形へと変化し、隣接するスパイクが磁性流体の表面張力によって接着する。接着面は最短距離の直線となり、スパイク間の斥力を失って六角形をなす。さらに磁性を強めると、10mT 付近でスパイクは不安定化して五角形や七角形に崩れていく。

## H1135 カルボキシラートイオンの変化でコントロールする NaCl 型結晶の形 ~直方体結晶から正八面体結晶へ、正八面体結晶から直方体結晶へ~

富山県立富山中部高等学校 代表研究者：鈴木萌奈  
共同研究者：関口来実

NaCl 水溶液や KCl 飽和水溶液から水が蒸発すると [100] 面で囲まれた直方体結晶が析出するが、これまでの研究で、重合度 22000 ~ 70000 のポリアクリル酸ナトリウムを媒晶剤として用いると [111] 面で囲まれた正八面体 NaCl 結晶や、直方体ではない KCl 結晶が析出することがわかった。本研究では、重合度の小さいポリアクリル酸ナトリウム、ポリアクリル酸アンモニウムを使用しても、NaCl や KCl は表面が [100] 面とは異なる多面体結晶に成長することと、すべてカルボキシ基状態のポリアクリル酸では直方体結晶に成長することが光学顕微鏡を用いたミクロな変化と長期にわたる肉眼観察によるマクロな変化の両方の観察からわかった。また、塩酸で溶液を酸性にしてポリアクリル酸塩のカルボキシラートイオン -COO- をカルボキシ基 -COOH に変化させポリアクリル酸にすると、複雑な多面体に成長した NaCl や KCl 結晶が再び直方体結晶に変化することがわかった。NaCl 水溶液にポリアクリル酸アンモニウムを加えた実験では、HCl を加えて NaCl 結晶が直方体に戻った後、NaOH 水溶液を加えて塩基性にした。この操作で媒晶剤が -COO-、-COOH、-COO- と変化することで、NaCl 微結晶は複雑な多面体、直方体、複雑な多面体へと形を変え、肉眼で観察したマクロサイズの結晶は正八面体、直方体、正八面体へと形を変えた。そして、ポリアクリル酸ナトリウム（重合度 2700 ~ 7500）を媒晶剤として加えた NaCl 水溶液内で析出した大きな正八面体結晶を、塩酸を加えてカルボキシラートイオンをカルボキシ基に変化させた溶液内に入れ直すと、正八面体結晶の表面に直方体結晶が成長していくことが観察された。

## H1150 水を使った静電気コップについての研究

静岡県立科学技術高等学校 代表研究者：飯塚友也  
共同研究者：青柳銀太，原田理功，富田雄矢

コップにアルミ箔を巻いて二つ重ねたものを静電気コップと言い、コンデンサのように電気をためることができると言われている。この静電気コップのアルミ箔を水に変えるとアルミ箔を使ったものよりも、電気がたまりやすくなるということがわかった。どうして不導体の水を使った静電気コップの方が電気を多くためるのか不思議に思い、アルミ箔を使ったものとの違いを調べることにした。電気のたまりやすさの指標には静電容量を用いた。静電容量は水のコップの接触面積と体積のどちらに関係があるのかを調べると、接触面積の方が静電容量との関係が強いことがわかった。また、静電気コップの導体部の組み合わせを水とアルミに変えて内側導体部の面積を変えて静電容量を測定した。アルミ二層、水とアルミ、水二層の結果は、水二層のコップの静電容量が最も高いことがわかった。それぞれのコップの誘電率を求めると、水二層の静電気コップの誘電率はコップの素材である PET に近い値となった。ポリスチレンコップを使った実験でも同様の結果を得られた。私たちは水二層の静電気コップが電気をより多くためる理由はアルミ箔とコップの間には空気の層ができるのに対し、水とコップの間には空気の層はできないので、誘電率が素材のものに近くなり理想的なコンデンサになっているからだ結論づけた。

## J 会場

### J0900 様々な粉体上の液体に刺激を与えた際の現象

石川県立七尾高等学校 代表研究者：竹森朱里  
共同研究者：金井陽輝，高田もえ，福岡碧渡

スプーンに入れた粉体の表面を濡らし、そこに衝撃を与えると、液体と粉体が瞬間的に一緒に落ちる。ここではこれを「パウダー現象」と呼ぶ。浸水性の高い粉体や、表面張力の小さい溶液を用いると、この現象は起きにくくなった。このことからパウダー現象は液体の表面張力の強さや粉体の浸水性によって起きやすさが変わることが分かった。

### J0915 疑似地震発生装置の製作と液状化現象の観察

岡山県立岡山一宮高等学校 代表研究者：金安彩良  
共同研究者：近藤優芽，増成暹，片山陽介

日本は地震が多い国なので、身近に地震について考える機会をつくる必要があり、地震に関する研究をする上では、地震を再現する必要があると考えた。また、地震に関する実験をする際、低コストで学校でも作れる程度の装置があればよいのではないかと考え、研究に至った。本研究は、私達が身近に研究でき、低コストで簡単に作れる装置を作成すること。また、授業などで私達生徒が身近に地震について実験する機会がほとんどなかったため学校の授業などで実験に活用できる装置をつくり、学生が地震について学ぶきっかけになることを目的に行った。今回は疑似地震は液状化がなりたつことを判断の基準とした。まず、土 300g を運動場の土と運動場の土をふるいにかけ、あらいものを取り除いた土の 2 種類に分け、水はその土の量に対して 5% の量から始めて、3% ずつ増やし、20% まで調べた。振動は、モーターの円運動を往復運動に変換した揺れを利用した。装置に関しては、液状化現象を再現できたので、地震の再現に成功したといえる。また液状化の再現については、振動数 4.0 ~ 4.2Hz のときより 5Hz の方が液状化発生までの時間が長かった。よって、振動数が大きいからと言って液状化しやすいというわけではなく、液状化しやすい振動数があるといえる。今後は、加速度計を利用して、X・Y・Z の 3 方向の加速度を調べて自分たちが再現した揺れの特徴をより明確にする。

### J0930 寒天ゼリーを用いた簡易的な免震装置の教材作成

奈良県立青翔高等学校 代表研究者：青島咲来  
共同研究者：所代彩加

本研究では、免震のシュミレーションを、寒天ゼリーと三種類の免震構造を用いて、どの構造が最も免振装置としての効果が高いかという考察を行った。この三種類の免震構造は比較的誰でも簡単に作ることができるように、鉛筆やビー玉など出来るだけ安価で用意しやすい物で、簡単な構造の物にした。今回の実験では、鉛筆を 24 本使った板と板の間に円筒状の物を敷き詰めた免震構造が三つの中で最も免震装置としての効果が高いという結果になった。

### J1010 地震予知で日本を救おう!! 一地磁気観測による地震予知の可能性の研究一

神奈川県立横須賀高等学校 Principia II YRP 分野 代表研究者：菅野泰誠  
共同研究者：富永凜愛，三上昊大，蓮池輝

地震の発生前には、さまざまな自然現象が起きるとされている。その中で、地磁気の変動が、地震予知のための最も具体的な観測対象であると結論づけた。地震の発生前の地磁気変動は、多くの生物が感知しているとされる。生物が感知できる量の地磁気変動ならば、高感度の地磁気センサが感知できるはずと考え、高感度地磁気センサを製作し、観測を行っている。他方、地磁気変動がなぜ発生するかのメカニズムを調査する必要がある。わたしたちは、地殻の変動すなわちプレートの沈み込み帯で、反発する側の地殻が受けている圧力が、地磁気変動の要因であると推察し、圧力が磁界につながる現象として圧電効果を考えた。果たして沈み込み帯での岩石に圧電効果があるのかを調べた結果、地殻を形成する岩石の約 50% が SiO<sub>2</sub> すなわち石英系岩石であると分かった。結晶系の圧電作用は、結晶の中心にある元素が圧力方向に移動し電荷を帯びるためであることが分かった。しかし元素が電荷を帯びても電流とならなければ磁界は発生しない。他方、磁性体は電流が無くても磁界を発生する。これは何らかの電流の要素が原子にあると考えなければならない。わたしたちは、それが電子の公転によるものとした。なぜなら原子の陽子は質量が高く、高速の回転を期待できないためである。私たちは以上から石英系岩石の圧電率を調べ、地震を引き起こす地殻の量を推定し、地表に発生する磁界の強さを試算した。平均的地磁気が 0.5 ガウスであるのに対して、少なくとも 0.1 ガウス以上の磁界変動があるとの結果を得た。

### J1025 国分寺崖線下における湧き水に含まれる放射性物質の測定実験

国立東京学芸大学附属高等学校 代表研究者：八郷華

本研究では、先行研究の実験方法を一部改良し、国分寺崖線下に存在する地下水に含まれるラドン 222 を活性炭で吸着することで、放射性崩壊に伴って放射されるβ線から含有量を測定する実験を行った。実験は、a. 地下水の採取場所、b. 採取時の気温、c. 地下水採取量を変数として行い、それらの3要素が結果にどのような影響を与えるかを考察した。地下水の通った不透水層の地質的成分（主に花崗岩）が地下水の性質に影響を与えていることが示唆された。

### J1040 スーパーセル型人工竜巻の発生過程の再現 第2報

北海道札幌西高等学校 代表研究者：竹田釉貴  
共同研究者：佐藤遼拓

はじめに、スーパーセルとは、激しい嵐を引き起こす雷雲群のことであり、時に竜巻を発生させるという特徴を持つ。

昨年度までの研究では、スーパーセル型の竜巻が形成される過程を再現するため地面と平行に回転する竜巻の発生条件を探り、竜巻が発生する際のお湯（ミストを発生させるために使用する）の温度と風速（ブローヤからの風、ミストと垂直方向に吹かせる）に相関があることがわかった。

このとき発生する竜巻の渦は地面と平行に回転しており、自然界で発生する地面と垂直な竜巻とは向きが異なっている。そのため、今回は地面と平行にできた竜巻を垂直にする方法を探索研究を行った。

上昇気流は山の斜面に沿って発生することもあるため、今回は板を利用しミストを斜面に沿わせるようにして、上昇気流を発生させ竜巻を垂直にできないかを探る実験を行った。

板の形を変えて実験した結果、それぞれの総数 28 のうち、完全に竜巻ができた割合は、直線の場合は 7%、曲線の場合は 7% だった。

また、竜巻ができた場合、その竜巻が板に近づいた時の様子を記録した。それぞれの総数 10 のうち、板に届いた割合は直線の場合は 60%、曲線の場合は 53% で、届かなかった割合は直線の割合が 40%、曲線の場合は 47% だった。

また、竜巻は風速 3.8m、水温 55 ~ 60℃ の範囲では他よりもできやすいということがわかった。

また、竜巻ができた際、板に届くかどうかは、板とブローヤの距離に関与しないこともわかった。

なお、今回の実験では板に当たっても垂直になるものは確認できなかった。

### J1120 床発電における床素材と発電量の関係について

岡山県立岡山一宮高等学校 代表研究者：馬場龍之介  
共同研究者：佐古篤哉，南和志，大賀真人

本研究では、温室効果ガスを排出しない床発電において、実際に圧電素子を用いた装置を作り、床素材の違いによって発電量にどのような変化が生じるのかについて考察した。硬い床素材ほど力を吸収しにくく硬さが硬いほど力が圧電素子に伝わりやすいと考えたので「硬い床素材ほど力を大きくした時に発電量が増える」という仮説をたてて実験を行う。装置によって作り出された電圧を測定し、そこから  $W=1/2(CV^2)$  を用いて発電量を求めた。異なる種類の3つの床素材の発電量を比べたところ、硬い床素材ほど発電量が多いことがわかった。

## J1135 イオンクラフトの推進力に関する研究Ⅱ

東京都立科学技術高等学校 代表研究者：山崎陽希  
共同研究者：下平海人、白坂粹人

近年、地球温暖化が世界的な問題となっており、化石燃料の使用を抑えようとする動きがある。しかしそんな中、主要な交通手段の一つでもある旅客機においては化石燃料が必要不可欠なのが現状である。そこで我々はジェットエンジンに変わる次世代の推進力を発生させる装置を開発ができないかと考え、イオンクラフトに着目し研究を行った。イオンクラフトとはビーフェルド・ブラウン効果を利用して、空中を浮上する装置のことを指す。我々はこのイオンクラフトの推進力の小ささに注目し、高推進力化に向けた研究を行った。前回大会の発表では、八木・宇田アンテナから発想を得た形状（Y形状）の電極を作製し、推進力の測定を行った。その結果、銅線1本の通常のものより推進力を3倍に増加させることができた。これらの結果から、今回の研究ではY形状の導線の横棒部分を変更することで推進力が増加すると考え、陽極の横棒部分に変更を加え実験を行った。その結果、横棒の間隔を広げることで推進力が上昇した。また、横棒を陰極側に曲げた時、曲げない時よりも推進力が1.6倍程度、曲げた先端を電極間に合わせることで推進力が1.3倍程度更に推進力が増加し、さらに、その曲げる横棒の本数を増やすことで推進力が増加することが分かった。

## J1150 微小重力を用いた永久磁石による固体粒子の分離と非破壊同定 第3報 ～「固体版クロマトグラフィー」で微化石をより分ける～

大阪府立今宮工科高等学校 定時制の課程 科学部 代表研究者：小園雄大  
共同研究者：和田章久

われわれ科学部は、微小重力発生装置を用いて、ネオジム磁石の磁場勾配による反磁性物質の並進運動から磁化率を測定してきた。磁化率は試料の速度により決定され、質量に依存しない。この原理を用いて、固体粒子混合物を物質の種類ごとに磁気分離を行ってきた。今回、装置の磁気回路を改良し、磁気分離の精度を向上させることができた。この装置を利用して、化石が含まれる岩石をフリーズソウ法を利用して構成粒子に分解し、磁気分離を行い、化石のみを抽出した。また、海岸の砂から微化石である有孔虫を選択的に分離することができた。化石を選択的に分離する個体のクロマトグラフィーとしての動きを確認できた。

## K 会場

### K0900 実験室でのオーロラ発生の原理に基づいたプラズマ観測実験について

国立神戸大学附属中等教育学校 代表研究者：藤林廉

本研究は実験室でのオーロラ発生の原理に基づいたプラズマ観測実験をテーマとしたものである。序論では本研究の意義や目的、オーロラの原理について述べている。次にオーロラ発生の原理に基づいたプラズマ観測実験について、実験方法を述べている。実験は複数回行い、その中で1度だけ緑色の光を観測することができた。そして実験の結果や考察について述べてある。

その後真空装置が壊れてしまったので論理計算を中心に研究を進めることにした。本レポートではオーロラ発生の原理に基づいたプラズマ観測実験における平均自由行程と温度と圧力の関係式まで導いた。また緑色の光の正体やクルックス管のように装置内に標準で低圧のものをオーロラ・プラズマの観測実験や本研究の更なる調査に用いることについて当日報告する予定である。

### K0915 天気と高層気圧による $\mu$ 粒子検出頻度の変動について

秋田県立秋田高等学校 理数科 代表研究者：伊藤大輝  
共同研究者：横塚廉太郎、高野尚輝、川野遼暉、渋谷和真

本研究では、CosmicWatchを用いて約2年間 $\mu$ 粒子を観測し、 $\mu$ 粒子検出頻度と気象の関係について研究を行った。はじめに、先行研究から天気ごとに $\mu$ 粒子検出頻度に有意差が現れることがわかっていたので、その要因を明らかにしようとした。そこで二元配置分散分析を用い、気温効果を除いて天気による有意差の有無を調べた。その結果、天気による $\mu$ 粒子検出頻度の有意差を形成する要因が気温のみであることが分かった。したがって気温効果を補正すれば天気の影響は除外できることが明らかになった。さらに高層気圧と $\mu$ 粒子検出頻度の相関についても調査した。0～35000mにおけるそれぞれの高度で気圧効果の有無を調べた。その結果、高度約5000m以上の高度で気圧効果がみられた。しかし、気温と気圧に相互作用性があることから、気温の影響を除くため偏相関係数を求めた結果、どの高度においても相関はみられなかった。そのため気圧効果は気温効果の偽相関であることが示唆された。

### K0930 安価なガイガーカウンターの作成

京都市立堀川高等学校 代表研究者：秦みのり

2011年3月11日、福島第一原発事故が起こった。この事故により約90ベクレルもの放射性物質が放出された。多量の放射性物質はDNAや細胞を傷つけ人体へ悪影響を及ぼすため、任意の場所の放射線量を測定し安全性を判断するガイガーカウンターという装置が全国的に普及した。ガイガーカウンターは福島県だけでなく全国で需要が増大し、全国の小売店・メーカーへの問い合わせが殺到した。当時、ガイガーカウンターは数万円、高いもので10万円弱という高額な値段で売られていた。これほど高額で取引されたガイガーカウンターだが、実は制作可能である。そこで私が比較的安価なガイガーカウンターを作成し、人々にとってガイガーカウンターを放射線教育の教材としてより身近な存在にすると共に放射線・宇宙線の特性を探る。

### K1010 小型サイクロトロン加速器の作製と実験

国立小山工業高等専門学校<sup>A</sup>、トライ式高等学院 宇都宮キャンパス<sup>B</sup> 代表研究者：小暮聡<sup>A</sup>  
共同研究者：成田賢心<sup>A</sup>、椎名昌一郎<sup>A</sup>、五味淵陸<sup>A</sup>、塚原龍彦<sup>A</sup>、片山尋士<sup>A</sup>、長澤陽生<sup>A</sup>、青木想弥<sup>A</sup>、福田蒼樹<sup>A</sup>、堀江新之介<sup>A</sup>、手塚利公<sup>B</sup>

我々は、自作の小型サイクロトロン加速器で陽子を加速させ、観測を行なうことを最終目的に活動を行なっている。今回は、陽子の加速に必要な真空チェンバー・Dee電極の設計及び陽子の生成・観測に必要なフィラメント・ファラデーカップの設計と製作を行なった。また、製作した物を組み立てた状態で、 $1.0 \times 10^{-3}$ Paの真空を確認したため、空気の漏れが無いことが確認できた。

そのうえで、TMPを真空チェンバーに取り付けたときの複数の条件下での真空度、及び電磁石が発生させる磁場の強度についての2つの測定を行なった。TMPの実験においては、真空チェンバー周辺の気温の変化や、真空チェンバーから測定機器までを繋ぐチューブの有無を条件にして、真空チェンバー内の真空度の測定を行なった。また、電磁石の実験においては、鉄心からの距離が異なる幾つかの地点での磁場の強度を確認した。その結果、TMPの実験では、室温を下げる時間と真空度の関係、実験機器に関する複数の条件と時間の関係が得られたので、それをもとに考察を行なった。さらに、電磁石の実験では実験結果をもとにCSTでデータ解析を行ない、そこからPythonを使い、軌道計算と加速器を動作させたときに得られる速さとエネルギーの計算を行った。その後、計算結果をExcelのグラフにまとめ、「結果」に書き記した。

### K1025 小型宇宙線検出器を用いた超高エネルギー宇宙線の探索

私立女子学院中学校 代表研究者：松下千穂里  
共同研究者：永田仁希、中井莉世

本研究では、cosmic watchという、安価で小型な宇宙線検出器を用いて、通常大きく高額な設備を必要とする超高エネルギー宇宙線の測定が可能かを調べることを目的とした。超高エネルギー宇宙線は大気に衝突することで大気シャワーとよばれる現象を引き起こす。これは広い範囲に同時に降り注ぐ宇宙線のことであり、宇宙線が偶然ではなく離れた二地点に同時に降り注ぐという現象として観測される。そこで、cosmic watch二台をそれぞれ15cm,30cm,45cmに離れた二地点に設置し、それぞれ1週間検出を行った。なお、この実験で設定した検出器間距離では、測定を目指している超高エネルギー宇宙線のエネルギーよりも低いエネルギー量の一次宇宙線に由来する大気シャワーを検出してしまおう。そのため、超高エネルギー宇宙線の測定可否の判断の前段階として、同じ大気シャワーに由来する宇宙線を検出可能であるかを検討した。その結果、同じ大気シャワーを起源としていると考えられる宇宙線が15cm及び45cmの距離において検出された。本研究での測定時間及び検出器間距離は限られた範囲であったものの検出が可能であったことから、より長い時間、かつ、測定期間距離を大きくして測定を行うことで、直径45cm以上の範囲に降り注ぐ大気シャワーを測定することが可能であることを見出した。同様の検討を行うことで、cosmic watchを用いて超高エネルギー宇宙線を観測できるか否かを判断できる端緒となった。

## K1040 霧箱と放射線検出器による放射線観測

神奈川県立川和高等学校<sup>A</sup>、私立武蔵高等学校中学校<sup>B</sup> 代表研究者：澤井愛実<sup>A</sup>  
共同研究者：星裕人<sup>B</sup>

地上に降り注ぐ2次宇宙線は、小型で安価な放射線検出器で観測することができる。先行研究から、この放射線検出器で観測した2次宇宙線の出力電圧値はおおよそわかっているものの、視覚的に検証されていなかった。本研究では、飛跡として放射線を検出できる霧箱と、放射線がシンチレーターを通過した時に落とすエネルギーを出力電圧値として得ることのできる小型で安価な放射線検出器、この2つを用いた実験で、自然放射線の出力電圧値の中から宇宙線及びβ線由来のものを抽出し、それぞれの出力電圧値の分布を明らかにすることを目的とした。本研究では、ほぼ光速で通過する宇宙線の飛跡と放射線検出器で収集された出力電圧値はリアルタイムに選別するのが難しいため、放射線の飛跡と出力電圧値を画面録画で同期する方法とした。そして、録画した動画を低速で再生し、放射線検出器のシンチレーターの方向に向かってきた飛跡を目視で宇宙線とβ線に分類し、同期した出力電圧値を特定することで、宇宙線及びβ線の出力電圧値について、視覚的検証が得られたと考察する。その結果、宇宙線の出力電圧値は216以上であり、β線の出力電圧値は200以下に多く存在することが確認できた。さらに、放射線源としてラジウムボールを用いて、放出される放射線を測定したところ、放射線検出器からの出力電圧値からβ線が検出されていることを確認できたことで、先の考察の信憑性がより向上した。

## K1120 氷○cmで宇宙ゴミは止められる

岡山県立岡山一宮高等学校 代表研究者：花房美希  
共同研究者：國定莉弥、仁科蒼爽、松井俐来音

現在、世界中で宇宙産業が活発化している。2024年には民間での宇宙の入り口までの旅行開始が計画されており、より一層宇宙と地球との関係が深くなって行く予想される。その中で宇宙ゴミ、すなわちスペースデブリの問題が懸念される。現在施行されているスペースデブリ防護策は、守りたい機体を金属の板で囲み、衝突しても重要なところへは到達しないようにする、という方法だ。しかし、この防護策では小さいスペースデブリしか止められないに加え、スペースデブリが増えてしまうという結果に繋がる可能性がある。

そこで私達が注目したのは、スペースデブリは速度が落ち、大気圏に入り、小さいものだと燃えて塵になるという点だ。このことから、スペースデブリの数を減らすには何か物体を衝突させて、その速度を遅くすればいいのではないかと、という仮説をたてた。その衝突させる物体が氷であれば、宇宙という低気圧下では蒸発してなくなり、新たなスペースデブリになることはない。

本研究では、氷と鉛球を衝突させる実験に基づいてスペースデブリを止めるために必要な氷の厚さについて考察を行った。鉛球をスペースデブリに見立て、自由落下によって違う厚さの氷に衝突させた。衝突前と衝突後の速度の差を出し、厚さごとの平均を取り比べてみると、1mmあたり0.5625m/s落とすことが出来るので、速度約7～8km/sのスペースデブリを止めるにはスペースデブリの速度を7.5km/sと仮定すると約30mの厚さの氷が必要だと分かった。

## K1135 散乱線を用いた線量分布の可視化

埼玉県立川越女子高等学校 代表研究者：貫輪美博

陽子線治療とは放射線治療の一種であり、高い線量集中度がある。そのため高精度な照射が求められるが、リアルタイムで線量分布を計測する手法は確立されていない。本研究では陽子線照射時に発生する散乱陽子線を検出することで体内の線量分布を推定できると考え、シミュレーションと加速器で実験を行った。両方の結果より、散乱線のピークとブラッグピークの間には一定のずれが存在すること、内部の線量分布と比較して散乱線の分布の方が緩やかであることが分かった。このことから、差分を補正することで線量分布を再構成できると考えた。また、今後は先行研究のように機械学習などを用いて線量分布を推定しようと考えている。

Jr. セッション委員会委員（任期：2022年4月1日～2023年3月31日）

委員長	松川 宏（青山学院大学）	
副委員長	飯沼 昌隆（広島大学）	吉澤 雅幸（東北大学）
	河内 明子（東海大学）	
委員	青井 考（大阪大学）	青木健一郎（慶應義塾大学）
	安居院あかね（量子科学技術研究開発機構）	石井 悠衣（大阪府立大学）
	一柳 優子（横浜国立大学）	香取 浩子（東京農工大学）
	北本 俊二（立教大学）	古府麻衣子（日本原子力研究開発機構）
	佐藤 仁（広島大学）	佐藤 実（東海大学）
	鹿野 豊（群馬大学）	島田 尚（東京大学）
	白井 正文（東北大学）	高野 浩志（上越教育大学）
	橘 孝博（早稲田大学）	田中 忠芳（金沢工業大学）
	谷口 和成（京都教育大学）	種村 雅子（大阪教育大学）
	土井 正晶（東北学院大学）	中村 琢（岐阜大学）
	並木 雅俊（高千穂大学）	島山 温（東京農工大学）
	馬場 彩（東京大学）	福田 善之（宮城教育大学）
	藤井 康裕（立命館大学）	藤田 佳孝（大阪大学）
	松多 健策（元 大阪大学）	柳澤 実穂（東京大学）
	山口 哲生（東京大学）	渡辺 純二（大阪大学）

なお、各審査および表彰は、次に示す本会関係者により厳正に行います。

\*書類審査

理事、領域代表・副代表、Jr. セッション委員会委員、男女共同参画推進委員会委員、物理教育委員会委員、大学の物理教育編集委員会委員、前回審査員、他に Jr. セッション委員会委員長が指名する者が書類審査を行なう。その結果をもとに Jr. セッション委員会において口頭発表を行う研究を決定する。

\*当日審査

書類審査の審査員、他に Jr. セッション委員会委員長が指名する者が当日審査を行う。

当日審査の観点は次の4点です。

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

\*表彰

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

主催：一般社団法人 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

問い合わせ先：日本物理学会 Jr. セッション係

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

TEL：03-3816-6201 / FAX：03-3816-6208 / E-mail：jrsession23@gakkai-web.net

URL：https://gakkai-web.net/butsuri-jrsession/